



**UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS**  
**VERITATE SOLA NOVIS IMPONETUR VIRILIS TOGA. 1948**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica**

**Departamento de Electroenergética**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Vinculación de la Asignatura Circuitos Eléctricos I a la profesión del Ingeniero**  
**Electricista**

**Autor: Alexander Armada Bosch**

**Tutor: MSc. Gretchen Villar Vázquez**

**Santa Clara**

**2014**

**"Año 56 de la Revolución"**



---

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica**

**Departamento de Electroenergética**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Vinculación de la Asignatura Circuitos Eléctricos I a la profesión del Ingeniero  
Electricista**

**Autor: Alexander Armada Bosch**

**Tutor: Gretchen Villar Vázquez**

**Santa Clara**

**2014**

**"Año 56 de la Revolución"**



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería Eléctrica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

---

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

---

Firma del Tutor

---

Firma del Jefe de Departamento  
donde se defiende el trabajo

---

Firma del Responsable de  
Información Científico-Técnica.

---

## **PENSAMIENTO**

*Ser culto es el único modo de ser libre.*

*José Martí*

---

## DEDICATORIA

*A mi madre, por ayudarme tanto.*

*A mi hermano por estar ahí presente ante cada problema.*

*A mi Papá y toda mi familia que tanto me ayudo en estos cinco años de universidad.*

*Y en especial dedico este trabajo de diploma a mi abuelo por ayudarme tanto a ser el hombre que soy*

---

## AGRADECIMIENTOS

*A mi tutora Gretchen por formarme como un profesional en la fase final de mi carrera.*

*A mis amigos Liduan, Rolando y Jorge que tanto me ayudo en la realización de este trabajo*

*A toda mi familia que de una forma u otra han hecho posible la realización de este trabajo.*

---

## TAREA TÉCNICA

### Plan de Trabajo:

- Revisión y estudio de la bibliografía necesaria para el marco teórico de la investigación.
- Revisión y estudio de la bibliografía necesaria existente acerca del análisis y solución de ejercicios que se vinculen con la asignatura Circuitos Eléctricos I.
- Estudiar los contenidos fundamentales del lenguaje de programación Matlab y el empleo de su simulador Simulink, que permitan elevar los conocimientos del estudiante en el área de la programación y simulación.
- Resolver de forma analítica, ejercicios típicos, adecuadamente seleccionados, que ilustren de manera coherente el tratamiento de este tema en la asignatura Circuitos Eléctricos I. Llevar a cabo la solución de los mismos, mediante programas elaborados en Matlab y finalmente obtener la solución elaborando modelos, utilizando el simulador Simulink.

Organizar adecuadamente la estructura de la tesis basándose en un diseño metodológico estratégico según la didáctica de la asignatura y las orientaciones y normas aprobadas por el MES.

---

Firma del Autor

---

Firma del Tutor

---

## RESUMEN

La Educación Superior ha ido adquiriendo en Cuba y en el mundo una dinámica cada vez mayor, debido a la necesidad de garantizar una formación integral, que permita la interacción, el diálogo, la integración de saberes cuando dos ó más disciplinas se integran para sintetizar y modificar los enfoques disciplinarios, lo cual le brinda al alumno una experiencia significativa y genera un mayor entendimiento de la problemática. La investigación que se presenta tiene como objetivo buscar ejercicios para que los docentes vinculen la asignatura Circuitos Eléctricos I, con asignaturas posteriores en la profesión del Ingeniero Electricista, según el plan de estudios "D". El estudio de la interdisciplinariedad significa un desafío en la enseñanza y nuevas formas de tratar el aprendizaje, como un instrumento de la calidad educativa, para el trabajo de diploma se utilizaron diferentes métodos de investigación entre los que se destaca la revisión documental. El trabajo de diploma propone un conjunto de ejercicios, adecuadamente seleccionados y en las soluciones de estos ejercicios se ilustra la aplicación de los contenidos de Circuitos Eléctricos I, en asignaturas posteriores además del uso del lenguaje de programación Matlab y su simulador Simulink. El informe de investigación constituye un material que podrá ser utilizado como fuente de consulta de la temática que aborda y de otras asignaturas. Todo lo cual se consideró novedoso, oportuno, necesario, factible e importante para la institución.

---

## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. Fundamentos teóricos que relacionan la asignatura CE I a la profesión del Ingeniero Electricista .....	6
1.1 Etapas del Desarrollo de la Educación Superior en Cuba.....	6
1.2 Diferentes concepciones acerca de la interdisciplinariedad.....	7
1.3 La interdisciplinariedad para el perfeccionamiento en la implementación del Plan “D” en los estudiantes de Ingeniería Eléctrica .....	14
1.4 Requerimientos del Plan “D” para la formación del Ingeniero Electricista.....	16
1.5 Asignaturas subsecuentes más vinculadas a Circuitos Eléctricos I .....	18
1.6 Características generales de las asignaturas de Circuitos Eléctricos .....	21
1.7 Características Generales del Matlab .....	23
CAPÍTULO 2. Ejemplos Resueltos .....	25
2.1 Máquinas Eléctricas II.....	25
2.1.1 Electrónica Analógica.....	33
2.1.2 Mediciones Eléctricas .....	42
Conclusiones .....	65
Recomendaciones .....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72

## INTRODUCCIÓN

### **INTRODUCCIÓN**

La Educación Superior Cubana tiene como objetivo central de su proceso docente la formación integral del estudiante. Su fin es lograr un profesional totalmente capacitado para dar solución rápida y efectiva a cualquier situación que enfrente en su esfera de actuación desde el mismo inicio de su vida laboral.

La exploración de una nueva universidad sin dejar atrás las formas y métodos convencionales parte del respeto y la asunción de la tradición con la práctica y apuesta por la innovación. El punto de equilibrio está en la creación desde la tradición, aquellas sociedades que se centran en la tradición se convierten en inmovilistas, mientras que aquellas que olvidan la tradición científica y cultural solo prestan atención a descubrimientos efímeros, pierden su propio marco de referencia.

Los presupuestos anteriores han sido tomados en cuenta para la formación de los estudiantes que cursan las carreras de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, Ingeniería en Automática e Ingeniería Eléctrica en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, este trabajo de diploma centrará su estudio en la carrera de Ingeniería Eléctrica.

En los planes de estudio de estas carreras se encuentra la asignatura Circuitos Eléctricos I (CE I), esta es de gran importancia ya que brinda conocimientos necesarios para la posterior solución de problemas en las diferentes esferas de actuación de los futuros profesionales.

## INTRODUCCIÓN

La disciplina de Circuitos Eléctricos I, se comienza a impartir en la carrera de Ingeniería Eléctrica en el primer semestre de segundo año, al culminarla los estudiantes deben ser capaces de resolver circuitos de corriente directa de cualquier complejidad, empleando las diferentes herramientas de análisis que se le proporcionan.

Como parte del trabajo metodológico realizado por el colectivo de profesores de la disciplina, en aras de perfeccionar el proceso de enseñanza - aprendizaje, se ha observado que los estudiantes presentan dificultades para aplicar, en diversas situaciones de aprendizaje de las asignaturas subsecuentes, los conceptos teóricos fundamentales que se estudian en la disciplina.

A partir de esta situación, se hace necesario la determinación del vínculo interdisciplinario entre Circuitos Eléctricos y las disciplinas de la profesión del Ingeniero Electricista según el plan D vigente, de modo que los estudiantes sean capaces de aplicar adecuadamente los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Circuitos Eléctricos I, a las diferentes circunstancias que los requieran en las disciplinas posteriores, así como precisar las posibles causas que actualmente lo impiden.

Lo analizado anteriormente supone comprender la necesidad de buscar ejercicios utilizados en asignaturas posteriores, acorde a los requerimientos del Plan D, para lograr el perfeccionamiento de los mecanismos de enseñanza, que le permita un adecuado enlace entre las disciplinas.

Para dar cumplimiento a este encargo social existen diversas fuentes de carácter general que fueron consultadas sobre el estudio de esta problemática donde se destacan los trabajos de Agassi, E, (2001) Laudan, L, (2005), En: Martínez, Jurjo Torres Santome, (2014), María Cándida Morales, (2014), Sixto Gonzales Villora, Juan Carlos Pastor Vicedo, Pedro Gil Madrona, (2013).

Además sirvieron de fuentes: La Carrera de Ingeniería Eléctrica, el modelo del profesional del Plan de Estudio "D", el plan del proceso docente y los programas de las disciplinas. Si

## INTRODUCCIÓN

bien es cierto que se cuentan con todas estas fuentes deficiencias tales como que los estudiantes no logran una adecuada aplicación de los contenidos impartidos en CE I en las asignaturas posteriores.

Lo anterior conduce al problema de la investigación: *¿Cómo familiarizar a los estudiantes a través de ejercicios en la asignatura CE I con la profesión del Ingeniero Electricista?*

El problema científico condiciona el objeto de esta investigación: la vinculación de la asignatura CE I a la profesión del Ingeniero Electricista y el campo: los ejercicios para vincular la asignatura CE I con la profesión del Ingeniero Electricista.

El objetivo general de la investigación se concreta en: buscar ejercicios para que los docentes vinculen la asignatura CE I con la profesión del Ingeniero Electricista.

Objetivos específicos:

1. Determinar los fundamentos teóricos que relacionan la asignatura CE I a la profesión del Ingeniero Electricista.
2. Diagnosticar el estado actual de la asignatura CE I y su vinculación a aplicaciones prácticas de la profesión del Ingeniero Electricista.
3. Proponer ejercicios que se vinculen con la profesión del Ingeniero Electricista con la asignatura CE I.
4. Simular en el Matlab los ejercicios propuestos.
5. Valorar los ejercicios propuestos

Interrogantes científicas:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos que relacionan la asignatura CE I a la profesión del Ingeniero Electricista?

## INTRODUCCIÓN

2. ¿Cuáles son las necesidades que presenta la asignatura CE I para su vinculación práctica a la profesión del Ingeniero Electricista?
3. ¿Qué ejercicios elaborar para exponer una vinculación con la profesión del Ingeniero Electricista?
4. ¿Cómo simular en el Matlab los ejercicios propuestos?
5. ¿Qué valoración realizan los especialistas acerca de los ejercicios propuestos en la asignatura CE I?

Como aporte práctico esta investigación propone:

Los resultados facilitan a los docentes un grupo de ejercicios que puede ser empleado en las clases, valiosos además para la preparación de la asignatura.

Metodología utilizada:

Historio-lógico: se utilizó en el estudio de los antecedentes teóricos, en la determinación de las regularidades, facilitó las conclusiones y la realización del informe de investigación.

Necesario resultó el método analítico sintético el que se utilizó durante el desarrollo del estudio realizado y toda la trayectoria de la investigación.

Métodos del nivel empírico.

Análisis de documentos: Se aplicó esencialmente en la revisión del modelo del profesional, el plan de estudio, las clases prácticas de otras asignaturas y los programas de disciplinas y asignaturas.

Estructura de la tesis:

Esta tesis está conformada por una introducción donde se precisa el diseño teórico y metodológico y dos capítulos: el primero examina los fundamentos teóricos metodológicos sobre el proceso enseñanza - aprendizaje para la formación del Ingeniero Electricista.

## INTRODUCCIÓN

El capítulo dos contiene una serie de ejercicios para perfeccionar la asignatura CE I en la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central “Marta Abreu de las Villas”.

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

### **CAPÍTULO 1. Fundamentos teóricos que relacionan la asignatura CE I a la profesión del Ingeniero Electricista**

#### **Introducción**

En el presente capítulo se expone los resultados del análisis teórico realizado para lograr una adecuada vinculación de la asignatura de Circuitos Eléctricos I y otras disciplinas de la profesión del Ingeniero Electricista, para el perfeccionamiento en la implementación del Plan “D”.

#### 1.1 Etapas del Desarrollo de la Educación Superior en Cuba

Es importante tener una panorámica del desarrollo de la Educación Superior Cubana, que nos pueda confirmar lo que se ha avanzado en términos de buscar excelencia en el modelo didáctico de este sistema educativo, al tratar de hacer una adecuación de la actividad que se realiza en el proceso docente educativo, a los nuevos tiempos de desarrollo del mismo.

Por ello se precisan en el trabajo tres momentos claves que caracterizan por etapas el desarrollo de los fundamentos del proceso docente educativo en la Educación Superior Cubana después del triunfo de la Revolución, y específicamente a partir de la Reforma Universitaria de 1962 estos fueron clasificados de acuerdo con la tendencia que manifiesta su desarrollo, de la forma siguiente:

- ⇔ 1ra Etapa (1962-1976). Etapa de fundamentación conceptual y preparatoria de grandes cambios cualitativos en el proceso docente educativo en la Educación Superior.
- ⇔ 2da. Etapa (1976-1985) Reordenamiento y centralización del desarrollo del proceso docente educativo.
- ⇔ 3ra. Etapa (1986- hasta la actualidad). Aplicación de la Teoría de los Procesos Conscientes al desarrollo del proceso docente educativo.

El análisis de estas etapas nos confirma una evolución positiva en el desarrollo del proceso, pero a su vez nos demuestra cómo se fue elevando el rigor y fundamento científico del

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

mismo. De esta forma en la última etapa se ha podido constatar que de acuerdo con la proyección e implementación de los Planes “D” (que aún hoy siguen perfeccionándose), los marcos en los que se centra el proceso docente educativo en las universidades cubanas, deben ser redimensionados y eliminadas las contradicciones inherentes a éste, que marcha en crecimiento, las mismas pueden ser resueltas a partir de la propia esencia del modelo pedagógico universitario cubano y de la aplicación de la interdisciplinariedad entre las asignaturas en las carreras y la vinculación teoría práctica.[1]

Y es que el propio desarrollo del proceso docente educativo con los planes de estudio, reveló la necesidad de establecer las relaciones de tres de sus niveles, básicamente la carrera, la disciplina y el año académico como soporte metodológico que da direccionalidad a la formación integral del profesional, asesorando otros niveles estructurales con un carácter interdisciplinario, siendo estos más cercanos a la ejecución del trabajo didáctico. Estos niveles, además de presentar problemas de interrelación, deben enfrentar nuevos conceptos que se introducen en los currículos universitarios.[2]

Sin embargo, al establecer las relaciones de influencia entre estos tres niveles sobre la formación del profesional, se produce un enfoque de carácter sistémico del proceso que conduce a niveles de preparación de excelencia del profesional y este carácter sistémico se puede lograr a partir de la interdisciplinariedad.

### **1.2 Diferentes concepciones acerca de la interdisciplinariedad.**

La interdisciplinariedad es resultado del desarrollo histórico de la ciencia y entre las ventajas de su aplicación posibilita el conocimiento de la peculiaridad del objeto estudiado mediante un enfoque integral; incorpora especialistas de diferentes ramas lo que contribuye a la eficaz comprensión y solución del problema y eleva el potencial teórico y el arsenal metodológico de las ciencias. Desde el punto de vista epistemológico potencia el enfoque holístico para acceder al conocimiento.

La investigación interdisciplinar no implica el intento de fusionar estos distintos criterios, marcos conceptuales o procedimientos. Como existe diversidad entre los mismos, el

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

resultado de este intento será la imposición artificial de uno de los criterios disciplinares, marcos conceptuales o procedimientos involucrados.

El estudio interdisciplinar es un auténtico diálogo entre enfoques disciplinares. El gran desafío es cambiar la concepción pedagógica de los docentes para impartir las diferentes disciplinas y asignaturas, realizar las actividades metodológicas con enfoque interdisciplinario donde se tomen acuerdos en función de una perspectiva unitaria. Esto no constituye la imposición de una de las disciplinas sobre las demás, ni tampoco, la sumatoria de todas estas disciplinas, la unidad exigida por la interdisciplinariedad parte del reconocimiento de los límites propios de todo enfoque disciplinar y su contexto, así como también, parte del objetivo de ir más allá de estos límites, gracias a la apertura y el diálogo con los otros enfoques disciplinares.

La relación interdisciplinar o íntermaterias es aquella que establece la formación de los sistemas de conocimientos, hábitos y habilidades, que sirven de base a todas las cualidades esenciales significativas, en otras palabras: estos conocimientos, hábitos y habilidades de las distintas materias, están integrados en sistemas que necesariamente deben coordinarse, de tal modo, que permitan formar en el estudiante un sistema generalizado de conocimiento integrado en su concepción del mundo.

En el glosario de términos de la Educación Avanzada (1995) la interdisciplinariedad se define como: "la confirmación de un objeto teórico entre dos o más ciencias previas, que llevan a una nueva disciplina particular o cuando se logra la aplicación, a un mismo objeto práctico de elementos teóricos de diferentes asignaturas"[3]

Por su parte J. Fiallo, especialista cubano que durante más de 10 años ha trabajado en esta línea de investigación unido a un grupo de diferentes áreas del conocimiento considera que las relaciones interdisciplinarias son una vía efectiva que contribuye al logro de la relación mutua del sistema de conceptos, leyes, teorías que abordan en la escuela. Además, permiten garantizar un sistema general de conocimientos y habilidades, tanto de carácter intelectual como práctico, así como un sistema de valores, convicciones y las relaciones hacia el mundo real y objetivo que le corresponde vivir y en la última instancia, como aspecto

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA

esencial, desarrollar en los estudiantes una formación laboral que le permita prepararse plenamente”[4]

En realidad, sabemos que el profesor interdisciplinar se revela y se transforma en el ejercicio de su propia docencia. Es allí que él se revela como un espíritu curioso en constante búsqueda, como espíritu investigador, que busca el autoconocimiento y el conocimiento del otro, como un ser que respeta su historia de vida y la del otro. Es allí, en el cotidiano de las clases, que su mente abierta y su visión más amplia y profunda del mundo se renueva en la lectura crítica y amorosa de las experiencias discente o docente. Es en el anonimato de las clases que las competencias humanas y éticas, además de las pedagógicas y relacionales del profesor interdisciplinario, se revelan y sus visiones del mundo se materializan.[5, 6]

Otra definición importante se refiere a la Filosofía y el marco metodológico que puede caracterizar la práctica científica. Consiste en la búsqueda sistemática de integración de las teorías, métodos, instrumentos y en general, fórmulas de acción científica de diferentes disciplinas, a partir de una concepción multidimensional de los fenómenos, y del reconocimiento del carácter relativo de los enfoques científicos por separado. Es una apuesta por la pluralidad de perspectivas en la base de la investigación. En la práctica científica actual parece resultar muy difícil alejar la interdisciplinariedad del eclecticismo o de la vulgarización banalizada”.

“Un campo interdisciplinario es un campo de estudio que cruza los límites tradicionales entre varias disciplinas académicas o entre varias escuelas de pensamiento, por el surgimiento de nuevas necesidades o la erección de nuevas profesiones”[7]

En un principio, el término «interdisciplinario» se aplica en el campo pedagógico al tipo de trabajo científico que requiere metodológicamente de la colaboración de diversas y diferentes disciplinas y, en general, la colaboración de especialistas procedentes de diversas áreas tradicionales.

Demanda el conocimiento del objeto de estudio de forma integral, estimulando la elaboración de nuevos enfoques metodológicos más idóneos para la solución de los

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA

problemas, aunque su organización resulta compleja, ante la particularidad de cada disciplina científica, que posee sus propios métodos, normas y lenguajes.

Otro autor considera “La interdisciplinariedad presupone la existencia del saber disciplinar. Sin la existencia de un sistema constituido de disciplinas autónomas, la interdisciplinariedad se reduce a un intercambio de concepciones personales del mundo, debido a la carencia de marcos conceptuales, procedimientos comunitarios o prácticas de investigación compartidas”. [8]

Otra forma de entender la interdisciplinariedad es “una condición necesaria para la constitución de la ciencia moderna. A partir del impacto provocado por el “giro historicista” de la filosofía de la ciencia, uno de los problemas más debatidos ha sido el de la interdisciplinariedad entre las metaciencias o la relación existente entre las disciplinas cuyo objetivo de estudio lo constituye la ciencia. Kuhn (1977), Laudan (2005), Nickles (2005), entre otros, han cuestionado los fundamentos de un enfoque disciplinar fuerte que, reivindicando la autonomía y autosuficiencia de los análisis y procedimientos obstaculiza la investigación metafísica interdisciplinar”. [9]

“Desde una perspectiva disciplinar cerrada las metaciencias difieren significativamente en sus estructuras, procedimientos y objetivos siendo muy poca la colaboración que pueden presentarse entre ellas. Desde este enfoque, una disciplina descriptiva como la historia de la ciencia no puede proporcionar apoyo conceptual a una disciplina descriptiva como la filosofía de la ciencia. La clásica distinción entre descripción y normatividad proporcionó, en este contexto, argumentos contra los proyectos de interdisciplinariedad de programas demarcatorios más flexibles” [10]

“Sin vínculos interdisciplinarios, los estudios sobre la ciencia, llevan a prácticas académicas de indiferencia social, a la irresponsabilidad ética de las comunidades expertas o al relativismo epistemológico y moral. [11]

Según Agazzi (2001) propone las siguientes orientaciones metodológicas para la investigación interdisciplinar:

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA

- Toda investigación interdisciplinar debe partir de la individualización exacta del problema y de los aspectos del mismo que requieren del enfoque de disciplinas bien individualizadas.
- Establecer claramente los distintos criterios disciplinares para abordar los datos.
- Explicar el marco teórico de las distintas disciplinas, sin cuestionar sus supuestos.
- Definir claramente los conceptos empleados por las distintas disciplinas involucradas, relacionándolos con su marco conceptual y su metodología a acceder a los datos.
- Aceptar la autonomía de los procedimientos lógicos de las disciplinas involucradas.

Es válido señalar que cuando hacemos referencia al término interdisciplinariedad en la educación superior se exige disposición, más aún cuando el propósito de quien asume tal responsabilidad, es colaborar con la difusión y comprensión de este enfoque que nos ofrece oportunidades de hacer más eficientes la práctica educativa. Pudimos constatar que si se aplica consecuentemente la interdisciplinariedad se logrará un egresado más competente en su desempeño laboral.

“En algunos textos, ciertos autores sitúan la interdisciplinariedad dentro de un conjunto de términos: multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, intradisciplinariedad y transdisciplinariedad. Ocuparnos del análisis de estos enfoques merece un capítulo aparte, pero cabe señalar que el elemento convergente entre éstas y la acepción del término interdisciplinariedad en contextos académicos universitarios, es la integración de conocimientos diversos y el elemento divergente se encuentra en la forma en que interaccionamos esas disciplinas”. [12]

“Hay que tener en cuenta que la interdisciplinariedad es a diferencia de otras una práctica coordinada, colaboradora, conjunta, en función de intereses colectivos y no de ‘egocentrismos’ individuales en la atención al dominio de una especialidad (disciplina) y quizás, ese sería en nuestro medio, el principal obstáculo a la hora de actuar o decidirse por un ejercicio interdisciplinar serio y responsable. La interdisciplinariedad exige una etapa de

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

adaptación (conocimiento y preparación) mientras se concibe el plan de acción y programación. Así mismo, requiere la empatía de los que participan en cualquiera de los proyectos, el diagnóstico de una necesidad justificada y una perspectiva que mantenga la dirección y los esfuerzos por cumplir el reto de llevar a cabo un ejercicio interdisciplinar consiente, con la finalidad de construir nuevos conocimientos, resultados del trabajo integrado”[13]

Del anterior planteamiento se puede inferir que para el autor las relaciones interdisciplinarias son vías que contribuyen a la formación de conceptos comunes entre las asignaturas y de este modo favorecer el desarrollo de habilidades. La vertiente teórica considera la relación interdisciplinaria como un principio didáctico de difícil aplicación no sólo por su complejidad desde el punto de vista teórico, sino también por la necesaria coordinación de esfuerzos entre los docentes de diferentes asignaturas, de forma tal que se garantice la debida sistematización e integración de los conocimientos y habilidades.

La interdisciplinaria evidencia los nexos entre las asignaturas, de manera que se integren los conocimientos y habilidades para dar cumplimiento al modelo del profesional que se aspira a formar, lo cual demuestra que es necesario que en el trabajo metodológico se aborde esta temática y que al interrelacionarlos por medio del contenido, se logre el desarrollo de habilidades profesionales. Implica la puesta en contacto entre el conjunto de conocimientos que determinan saberes, actitudes, valores, habilidades y comportamientos que cada individuo hace suyos.

El autor de la presente investigación considera que todas estas recomendaciones se relacionan con la exigencia del problema de investigación. Eso significa que es la pregunta de investigación la que determina la necesidad de un enfoque interdisciplinario. Un proyecto interdisciplinario auténtico surge ante la existencia real de un problema bien detectado, el cual, por su complejidad exige el enfoque interdisciplinario.

Es a partir de esa valoración que se pueden establecer los parámetros bajo los cuales se conducirán todos los esfuerzos de la concepción y ejecución de esta práctica pedagógica que trasciende la participación individual”[14]

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA

La literatura consultada ofrece diferentes definiciones de interdisciplinariedad y cada una de esas acepciones asume las especificidades del contexto en que son utilizadas, sin embargo existen regularidades en cuanto a:

1- *Existencia de conexiones*, entendidas como interacción, diálogo, integración, síntesis e intercambio, entre dos o más disciplinas que se integran, también describen este enfoque como la relación entre las materias o contenidos de las diferentes disciplinas y asignaturas.

2- *Adquisición de perspectivas*, interactuando desde la óptica de la otra disciplina, lo cual brinda al alumno una experiencia significativa y genera un mayor entendimiento de la problemática.

Esta tendencia interdisciplinar es a nivel mundial de hecho en el parlamento europeo reunido en Estambul el 26 de septiembre del 2006 se establece que: "dado los nuevos retos que la globalización sigue planteando a la Unión Europea, cada ciudadano requiriera una amplia gama de competencias para adaptarse de modo flexible a un mundo que está cambiando con rapidez y muestra múltiples interconexiones. En su doble función social y económica la educación y la formación deben desempeñar un papel fundamental para garantizar que los ciudadanos europeos adquieran la competencia clave necesaria para poder adaptarse de manera flexible a dicho cambio". Abogando por la interdisciplinariedad para el logro de las competencias.[15]

Lograr una adecuada relación entre las diferentes asignaturas que conforman un Plan de Estudio, influye en el consecuente incremento de la efectividad de la enseñanza tanto en términos cuantitativos como cualitativos, lo que significa una óptima preparación de los estudiantes, a la vez que exige una mayor preparación del profesorado. Esto constituye además, una condición didáctica y la exigencia para el cumplimiento del carácter científico de la enseñanza.

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

### **1.3 La interdisciplinariedad para el perfeccionamiento en la implementación del Plan "D" en los estudiantes de Ingeniería Eléctrica**

Al plantearse el enfoque interdisciplinario se ha de tener en cuenta el análisis integral de las características de las instituciones; el contexto sociocultural en que van a funcionar los egresados; las circunstancias en que realizan su práctica profesional; la determinación de intereses y expectativas de los alumnos.

A partir de los presupuestos teóricos anteriores se puede determinar que la relación de cada disciplina puede lograrse a través de un objeto de estudio común entre las ciencias.

Para aquellos involucrados en la educación, los diálogos y los intercambios para lograr interdisciplinariedad deben tener lugar en diferentes niveles pedagógicos, durante la planificación de una experiencia de enseñanza-aprendizaje.

Uno de los pilares de la Educación Superior es la docencia o transmisión de conocimientos, la cual se logra de manera más activa y se alcanzan aprendizajes más significativos cuando exponemos al alumno a una educación interdisciplinaria en vez de una educación unidisciplinar y altamente especializada.

Esto es un reto en la Educación Superior desde su concepción hasta la práctica pedagógica. Para lograr este objetivo, hay que comenzar por elaborar cuestionamientos que nos lleven a reflexionar con la finalidad de que todos juntos, demos un paso hacia adelante. Solo bajo estas circunstancias se puede cumplir el propósito de involucrarnos en los cambios necesarios para mejores docentes y la formación de mejores estudiantes.

El autor de la presente investigación estima necesario que en los colectivos pedagógicos se trabaje la interdisciplinariedad a través de las diferentes actividades metodológicas porque contribuye a generar un pensamiento flexible, desarrolla la habilidad de realizar analogías y metáforas, facilita un mejor entendimiento de las fortalezas y limitaciones de las disciplinas, incrementa la habilidad de acceder al conocimiento adquirido, mejora las habilidades cognitivas de más alto orden y la retención del contenido, capacita para desarrollar el pensamiento proactivo y autónomo, fomenta la habilidad de tolerar ambigüedad o paradoja y la sensibilidad para tratar aspectos de dimensiones éticas,

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

ensancha las perspectivas y horizontes, para sintetizar, integrar y producir originalidad o pensamiento no convencional y engrandece el pensamiento crítico.

Su importancia radica en los innumerables beneficios que esta nos aporta, por lo que es hoy tarea de primer orden lograrla en la educación superior con el propósito de amenizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en nuestra universidad y específicamente en la carrera de Ingeniería Eléctrica.

“Se considera que las disciplinas deben existir así como las especializaciones más profundas. No creemos que estas estén en peligro con la interdisciplinariedad, más bien pueden salir fortalecidas por el abordaje de los problemas desde perspectivas diferentes, lo cual ayuda a entender temas que no son claramente visualizados desde una sola disciplina. Sin embargo, implementar interdisciplinariedad no es tarea fácil, pues arrastra dificultades como todo cambio que se desea introducir. En las carreras universitarias es preciso crear asignaturas y desarrollar programas interdisciplinarios, siendo más flexibles con las expectativas de nuestros estudiantes, además permitir que la puesta en vigencia de este cambio prospere para beneficio de todos”. [15]

Por todo lo antes expuesto este autor sugiere que debemos lograr la interdisciplinariedad en las disciplinas de la carrera de Ingeniería Eléctrica, por tal razón en las preparaciones metodológicas de los colectivos de disciplina se deberá abordar los puntos de encuentro y cooperación de las disciplinas que existan en el transcurso de los cinco años de estudio, así también de las influencias que ejercen unas sobre otras desde diferentes puntos de vista. Además eleva la competencia cultural tanto de docentes como de estudiantes y potencia el trabajo científico, metodológico e investigativo.

Se hace necesario entonces, hablar de una integración de saberes que se adquieren en las distintas asignaturas a través de la interdisciplinariedad, pues así se aprovecharán sus potenciales. En este proceso se tendrá en cuenta las exigencias del Plan “D”

El establecimiento de nexos y relaciones entre las disciplinas es fundamental para formar un pensamiento que le permita al docente incorporar contenidos de otras.

asignaturas en su actividad docente, que valore el proceso educativo como un sistema complejo en la que la reflexión crítica y la solución de problemas constituyan aspectos

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

esenciales de su actividad y conciba la actividad pedagógica como esencialmente interdisciplinaria aplicando métodos científicos para analizar, acometer y resolver los problemas.

Ser capaz de profundizar y actualizar constantemente sus conocimientos científicos, de manera tal que refleje en su trabajo las características de la actividad socio-cultural contemporánea, diseñando y orientando la participación activa de sus estudiantes, proporcionándole una correcta visión de la época en que viven, formando en sus estudiantes valores, actitudes y que sea capaz de integrar los conocimientos adquiridos en las diferentes disciplinas y asignaturas que conforman el plan de estudios.

Es imprescindible como parte de la educación como ciudadanos, el dominio integral de su contexto de actuación profesional, el desarrollo de las habilidades intelectuales, específicamente: interpretar, relacionar y valorar, lo que requiere del trabajo interdisciplinar con coherencia y correcto desarrollo por el colectivo de docentes, pues serán utilizadas por todas las disciplinas del currículo.

Para tener una visión exacta de todo lo antes mencionado se hace necesario un estudio riguroso del plan de estudio vigente para la formación del Ingeniero Electricista.

### **1.4 Requerimientos del Plan “D” para la formación del Ingeniero Electricista**

En el plan de estudio “D” se recomienda entre las indicaciones metodológicas y de organización de las asignaturas de Circuitos Eléctricos, que para la impartición de las mismas, debe tenerse presente que el análisis de circuitos no se limita al aspecto matemático, sino que incluye, como cuestión de primer orden la interpretación física de los fenómenos y resultados que se obtienen. Por lo cual, el análisis físico debe estar incluido, aunque explícitamente no se haya resaltado como parte de un objetivo o habilidad determinados. Es por ello que estas asignaturas tienen como precedentes los conocimientos que poseen los estudiantes de las Matemáticas y la Física; por lo cual es necesario garantizar las coordinaciones horizontales y verticales.

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

Es importante que se incluyan en la asignatura la mayor cantidad posible de ejercicios y problemas de aplicación directa de la carrera, con ello se ilustra al estudiante cómo se aplican en las disciplinas que le suceden los conocimientos y habilidades adquiridos, propiciando la motivación interna por la profesión. Para garantizar la vinculación entre las disciplinas y asignaturas que componen el plan de estudio y así preparar un profesional de perfil amplio, capaz de resolver los problemas de la profesión, en la selección del trabajo independiente, cuando se orientan los proyectos de curso a desarrollar en cada año, cada asignatura estructurará los contenidos y tiempo. Los colectivos de año deberán coordinar estas actividades de manera que exista una estructuración de las mismas a partir de las asignaturas más importantes de año hacia abajo.

Objetivos generales educativos de la disciplina de Circuitos Eléctricos

Contribuir a formar Ingenieros Electricistas capaces de:

- 1.- Manifestar en sus actividades de estudio e investigación los más altos valores de nuestra sociedad: responsabilidad, compromiso, honestidad, modestia, desinterés y patriotismo.
- 2.- Trabajar en forma organizada e independiente o en colectivo, siendo capaces de orientarse y adaptarse a situaciones nuevas, sentir la necesidad de estudiar y superarse constantemente.
- 3.- Desarrollar una formación integral teórica - práctica, científico-técnica y estética de carácter profesional, que le permita de forma independiente resolver las tareas que le plantee la sociedad y adquirir nuevos conocimientos.
- 4.- Utilizar el idioma español con eficiencia en su forma oral y escrita, a través del oficio adquirido por medio de las respuestas a preguntas, elaboración y defensa de informes bien estructurados.”

Es importante considerar por todo el claustro de profesores los objetivos anteriormente mencionados para lograr un egresado mejor preparado con las exigencias de un contexto mundial de creciente globalización, con ello se pretende en el proceso de formación introducir nuevos métodos, los cuales están centrados fundamentalmente en la interdisciplinariedad de las asignaturas, aprovechando las posibilidades que nos brinda las

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

tecnologías de la información y la comunicación. Dándole a los estudiantes la posibilidad de desempeñarse más activamente en su currículo.

La relación entre teoría, práctica e investigación, viejo nudo conceptual de la formación profesional a escala mundial y pivote esencial para lograr un profesional que en cualquier esfera adquiera una formación científica, técnica, cultural e ideológica que permita su pronto desempeño laboral, en esta nueva versión de los planes de estudio se alcanza un mayor grado de integración.[16]

Atendiendo a la necesidad de buscar estrategias que permitan ajustarnos a los cambios del Plan D, el autor de esta tesis propone ejercicios que puedan ser resueltos a través de la teoría del curso de la asignatura CE I, pero que le faciliten a los estudiantes un pensamiento que les permita ver lo que aprende en asignaturas posteriores para que le encuentre un mayor significado, mantenga su motivación y avance hacia su independencia, para el logro de todas estas estrategias trabajaremos en la búsqueda de las asignaturas más vinculadas a los CE II y dentro de estas asignaturas, buscar ejercicios para que no queden lagunas en el desempeño estudiantil y laboral de los estudiantes.

### **1.5 Asignaturas subsecuentes más vinculadas a Circuitos Eléctricos I**

Una vez que los estudiantes han cursado la asignatura de CE I, es necesario hacer un estudio de todas las asignaturas subsecuentes a ella para poder buscar ejercicios que permitan a los estudiantes tener una clara visión de la importancia de la misma para el desempeño de su carrera.

## **CIRCUITOS ELECTRICOS II.**

A diferencia de Circuitos Eléctricos I, en Circuitos Eléctricos II, se estudian los circuitos alimentados por corriente alterna (CA), lo que va paulatinamente complejizando la tarea a los estudiantes, de manera tal que comienzan a relacionar los conocimientos de Circuitos Eléctricos I y los adquiridos en la asignatura de Cálculo, de números complejos. Los objetivos que persigue esta asignatura son: analizar circuitos eléctricos lineales, en estado estable, en régimen de corriente alterna, monofásicos (que pueden incluir inductancia

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

mutua) y trifásicos, analizar circuitos en estado transitorio, con estímulo de corriente alterna, analizar circuitos resonantes serie, paralelo y serie – paralelo, analizar circuitos magnéticos en régimen de corriente directa y analizar cuadripolos lineales sencillos.

Una vez que el estudiante ha cursado la asignatura debe ser capaz de aplicar el método fasorial al análisis de circuitos de corriente alterna lo cual conlleva: cálculos de impedancias y admitancia, trazado de diagramas fasoriales, simplificaciones y transformaciones, así como la aplicación de los teorema de Thevenin y Superposición y los métodos generales de análisis fasorial, aplicar el método fasorial al análisis de circuitos trifásicos, balanceados y desbalanceados, en delta y en estrella, incluyendo el caso de cargas trifásicas en paralelo, calcular e interpretar los procesos de transferencia de potencia en circuitos de corriente alterna monofásicos y trifásicos, aplicar el método clásico al análisis de procesos transitorios en circuitos de primer orden estimulados sinusoidalmente, aplicar el concepto y las propiedades de los circuitos resonantes al análisis de redes RLC serie, paralelo y serie – paralelo, aplicar las leyes de Ohm y Kirchhoff fasorialmente al análisis de circuitos con inductancia mutua, aplicar las leyes de Ohm y Kirchhoff de los circuitos magnéticos al análisis de los mismos teniendo en cuenta su carácter no lineal y aplicar fasorialmente los métodos de análisis de circuitos lineales al cálculo de parámetros y otras características de los cuadripolos.[16]

### **CIRCUITOS ELECTRICOS III**

La asignatura Circuitos Eléctricos III, toma todos los conocimientos adquiridos en las asignaturas anteriores y se traza como objetivos: analizar circuitos lineales (monofásicos y trifásicos) en estado estable, con estímulo periódico no sinusoidal, analizar circuitos trifásicos por componentes simétricas, analizar circuitos lineales, activos y pasivos, en estado transitorio, operacionalmente, calcular funciones de redes de circuitos lineales activos y pasivos, operacionalmente trazar las características de frecuencia de los mismos e interpretarlas físicamente y analizar circuitos eléctricos no lineales pasivos sencillos en estado estable o transitorio, en régimen de corriente directa.

Al terminar de recibir esta asignatura el estudiante debe ser capaz de: hacer cálculos de circuitos monofásicos y trifásicos en régimen periódico no sinusoidal aplicando el

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

desarrollo en series de Fourier y el teorema de la Superposición, calcular respuestas en el tiempo y fundamentalmente de funciones de redes aplicando operacionalmente los métodos y teoremas de los circuitos lineales, aplicar los diagramas de polos y ceros de la función de la red de un circuito al trazado aproximado de las características de frecuencia del mismo, hacer cálculos de circuitos trifásicos desbalanceados por componentes simétricas, aplicar los conceptos básicos sobre los elementos no lineales y el método de linealización por partes, al análisis de circuitos resistivos no lineales sencillos; así como al de procesos transitorios en redes no lineales de primer orden, con un solo elemento no lineal, analizar los circuitos lineales con estímulo aperiódico y aplicar los programas de computación existentes al análisis de circuitos de cierta complejidad, incluyéndose la interpretación de los resultados.

Una vez cursada estas tres asignaturas de Circuitos Eléctricos el estudiante tiene todas las herramientas teóricas necesarias para resolver cualquier problemática de circuitos eléctricos y cuenta con la base necesaria para seguir cursando las disciplinas que le suceden.

Como el estudio de este trabajo de diploma se ajusta solo a la asignatura de CE I, y el mismo se limita solo a circuitos de corriente directa, la búsqueda de ejercicios que se vinculen se restringe a pocas asignaturas.

### **Mediciones Eléctricas I**

#### **CIRCUITOS**

- Métodos generales de solución de circuitos. Aplicación de los teoremas de Thevenin, Norton. Amplificador operacional ideal. Análisis con fuentes dependientes.

### **Conversión Electromecánica**

#### **CIRCUITOS**

- Solución de circuitos de CD

### **Electrónica Analógica**

#### **Circuitos**

- Solución de circuitos de CD

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA

- Amplificador operacional
- Teoremas aplicados a la solución de circuitos de CD

Luego de un estudio exhaustivo del plan de estudio vigente y la determinación de las asignaturas subsecuentes que más utilizan los contenidos de CE I, es oportuno reflexionar sobre la importancia de la interdisciplinariedad para el logro de los objetivos del plan de estudio y de esta forma poder evaluar la importancia de este trabajo de diploma.

### 1.6 Características generales de las asignaturas de Circuitos Eléctricos

La Carrera de Ingeniería Eléctrica tiene en la modalidad presencial, dentro de su currículo base un total de diecisiete disciplinas. Dentro de la disciplina Circuitos Eléctricos se encuentran cinco asignaturas: Circuitos Eléctricos I, II, III y Mediciones Eléctricas I y II. Es de interés en esta investigación analizar la asignatura CE I y su relación con el desempeño posterior del Ingeniero Electricista, por lo que se hace necesaria su ubicación dentro del plan de estudio. La asignatura de Circuitos Eléctricos I, tiene un total 64 horas/clases.

“El Ingeniero Electricista es un profesional de perfil amplio que desarrolla sus tareas en prácticamente todas las actividades económicas del país, pero con mayor peso en la rama eléctrica. Su objeto de trabajo es el conjunto de los medios técnicos (equipos, instalaciones y sistemas) empleados en la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica. Las esferas de actuación de este profesional son: plantas generadoras de energía, las redes eléctricas de cualquier nivel de voltaje considerando las subestaciones eléctricas y los medios de protección de sistemas electroenergéticos, los accionamientos eléctricos de cargas mecánicas industriales y la enseñanza y pedagogía.

Por todo lo antes expuesto se hace imprescindible dotar al ingeniero de los conocimientos, hábitos y habilidades que aportan las asignatura de Circuitos Eléctricos I, en su formación profesional, ya que la asignatura se considera la columna vertebral de la carrera, sin el vínculo interdisciplinario con las disciplinas que le suceden no se podría formar un óptimo Ingeniero Electricista.

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

En este trabajo de diploma solo estudiaremos de la disciplina de Circuitos Eléctricos, la asignatura CE I, de ahí que se realicen crecientes esfuerzos para armonizar e integrar su propia enseñanza, así como la aplicación de recursos tecnológicos dentro de las formas organizativas establecidas para estas asignaturas.

Esta asignatura se ubica dentro de las primeras básicas específicas que cursan los estudiantes, constituyendo la base teórica que ellos necesitan para poder estudiar el comportamiento de otros sistemas eléctricos (las computadoras, los sistemas digitales, los de distribución de energía, los de comunicación y otros muchos que actualmente son indispensables en la esfera productiva o social), los cuales forman parte de los contenidos de diferentes disciplinas que conforman los currículos de dicha carrera.

Los Circuitos Eléctricos tienen como precedentes los contenidos que se enseñan en las disciplinas de Matemática y Física.

### **CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**

La asignatura Circuitos Eléctricos I en el Plan “D” tiene 64 horas/clases, distribuidas en conferencias, clases prácticas, prácticas de laboratorios y el tiempo dedicado a la evaluación. Es importante señalar que en esta asignatura los objetivos fundamentales son: analizar circuitos resistivos lineales, pasivos y activos, en régimen de corriente directa; analizar circuitos dinámicos lineales de primer orden, con estímulos constantes, onda cuadrada o rampa y el tercer objetivo es analizar circuitos dinámicos lineales de segundo orden, serie y paralelo, con estímulo de corriente directa.

Esta asignatura trabaja con corriente directa (CD), siendo más fácil el trabajo matemático en la solución de ejercicios, solamente con números reales, para que el estudiante se apropie de las leyes fundamentales de los Circuitos Eléctricos y no tenga que dedicar tiempo a cálculos complicados, a través de los laboratorios reales, se logra sistematizar los contenidos impartidos en conferencias y clases prácticas.

Una vez que el estudiante ha cursado la asignatura debe ser capaz de aplicar las leyes de Ohm y Kirchhoff, los divisores de voltaje y corriente, las simplificaciones y transformaciones de las conexiones serie, paralelo, serie - paralelo, delta y estrella (incluyendo el retorno al circuito original, en caso de ser necesario) al cálculo de voltajes,

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

corrientes y potencias en circuitos resistivos lineales, aplicar los teoremas de Thevenin y de Superposición, así como los métodos generales de Mallas y Nodos, al análisis de circuitos resistivos lineales, aplicar los método clásico al cálculo de circuitos de primer orden y de segundo orden (serie y paralelo) con diferentes estímulos, aplicar los programas de computación existentes para el análisis de circuitos resistivos o dinámicos de primer o segundo órdenes, incluyendo la interpretación de los resultados además de medir voltajes, corrientes y otras magnitudes eléctricas.[16]

Luego de toda una ubicación teórica de los Circuitos Eléctricos I, las asignaturas que más lo vinculan y la necesidad de la interdisciplinariedad se hace necesario mencionar las características que tiene el software Matlab con que se trabajará para comprobar la solución de los ejercicios propuestos.

### **1.7 Características Generales del Matlab**

En este epígrafe mencionaremos algunas de las características que tiene el software Matlab que por sus aplicaciones en la rama de la ingeniería es uno de los más factibles cuando se quiere verificar los resultados obtenidos de forma analítica.

El nombre Matlab proviene de Matrix Laboratory. Este software, en sus inicios, fue desarrollado para realizar operaciones con matrices y ha evolucionado hasta convertirse en una herramienta muy popular y poderosa en diversos campos de la ingeniería y la ciencia. Es un entorno de computación y desarrollo de aplicaciones, totalmente orientado para llevar a cabo proyectos en donde se encuentren implicados elevados cálculos matemáticos y la visualización gráfica de los mismos. El Matlab integra cálculo, visualización y programación en un entorno de fácil utilización, donde los problemas y las soluciones son expresados en una notación matemática familiar. Sus usos más típicos se basan en cálculos matemáticos, modelado, simulación, desarrollo de algoritmos y gráficas ingenieriles, etc.

En los medios universitarios Matlab se ha convertido en una herramienta básica, tanto para los profesionales, investigadores y estudiantes de centros docentes, como una importante herramienta para el dictado de cursos universitarios.

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE RELACIONAN LA ASIGNATURA CE I A LA PROFESIÓN DEL INGENIERO ELECTRICISTA**

En el mundo industrial Matlab está siendo utilizado como herramienta de investigación para la resolución de complejos problemas planteados en la realización y aplicación de modelos matemáticos en ingeniería.

Matlab es la disponibilidad de los *toolboxes* especializados. Estos son paquetes especializados, orientados a ingenieros, científicos y otros tipos de profesionales técnicos. Para este trabajo se utilizó el simulador propio que él posee, el Simulink, el cual es una extensión gráfica de Matlab, destinado a la modelación y simulación de sistemas lineales y no lineales. En el Simulink los sistemas se dibujan en la pantalla como diagramas de bloque.

## CAPÍTULO 2. Ejemplos Resueltos

Introducción:

En el presente capítulo se expone una serie de ejercicios para lograr una adecuada vinculación de la asignatura de Circuitos Eléctricos I y otras disciplinas de la profesión del Ingeniero Electricista, que sirvan de apoyo en el perfeccionamiento en la implementación del Plan “D”.

### 2.1 Máquinas Eléctricas II

- Generadores de corriente directa.
- Tema CE I: Leyes de Kirchhoff y Ley de Ohm.

#### Ejercicio 1

En el siguiente esquema se muestra un generador de corriente directa en derivación del cual se conoce que la fuente  $E_a=200\text{V}$ , las corrientes ( $I_f$  e  $I_L$ ) son 3A y 4A respectivamente y la resistencia  $R_a=6\ \Omega$ . Calcule la corriente  $I_a$ , el voltaje  $V_t$  y la resistencia  $R_f$ .

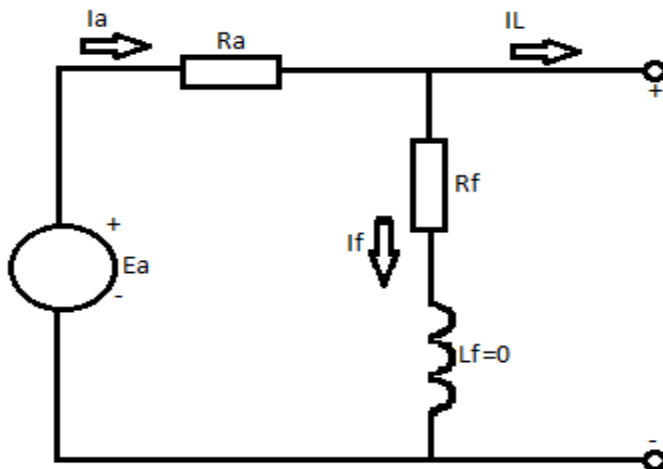


Figura 2.1. Circuito equivalente de un generador de corriente directa en derivación.

R.

a) Aplicando una Ley de Kirchhoff de Corriente(LKC):

$$I_a = I_f + I_L$$

$$I_a = 3 + 4 = 7A$$

b) Aplicando una Ley de Kirchhoff de Voltaje(LKV):

$$-E_a + I_a R_a + V_t = 0$$

$$V_t = -I_a R_a + E_a$$

$$V_t = E_a - I_a R_a$$

$$V_t = 200 - 7 * 6$$

$$V_t = 158V$$

c) Aplicando una Ley de Ohm  $V_t = I_f * R_f$

$$R_f = V_t / I_f$$

$$R_f = 158 / 3$$

$$R_f = 52.66\Omega$$

**R. MATLAB:**

$$E_a = 200;$$

$$I_L = 4;$$

$$I_f = 3;$$

$$R_a = 6;$$

$$I_a = I_f + I_L$$

$$V_t = -I_a * R_a + E_a$$

$$R_f = V_t / I_f$$

$$I_a = 7$$

$$V_t = 158$$

$$R_f = 52.6667$$

### R. Simulink:

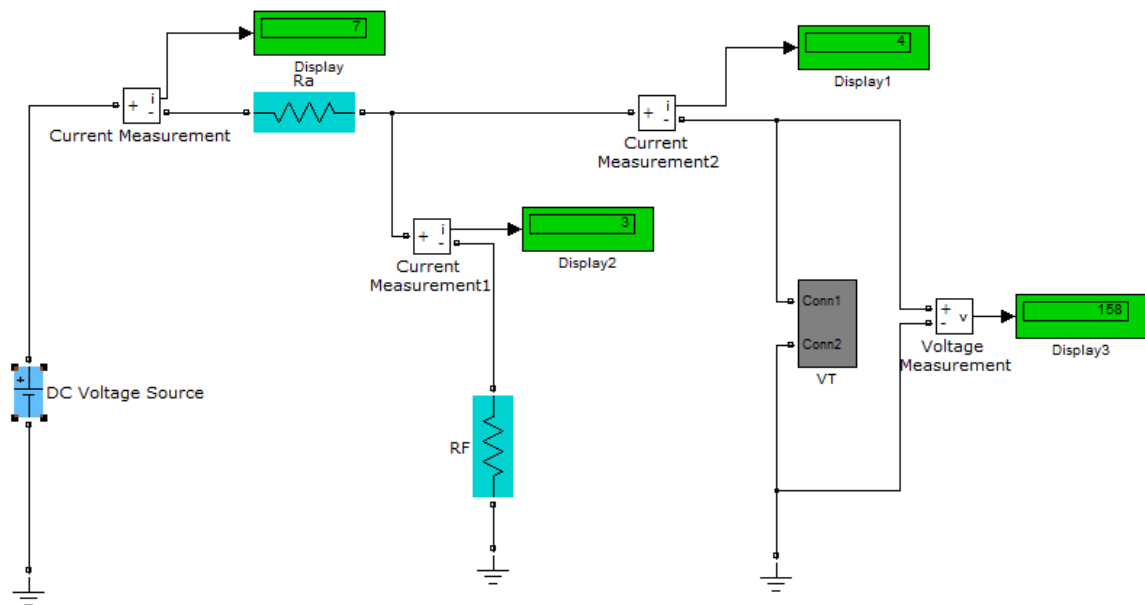


Figura 2.2 Archivo. mdl Circuito equivalente de un generador de corriente directa en derivación.

### Ejercicio 2

En el ejercicio se muestra el circuito equivalente de un generador de corriente directa en serie. Se conoce que la fuente  $E_a = 458\text{V}$ , las resistencias  $R_a$  y  $R_s$  son  $15\Omega$  y  $20\Omega$  respectivamente. Calcule el voltaje  $V_t$  si conocemos que la corriente  $I_a = 10\text{A}$ .

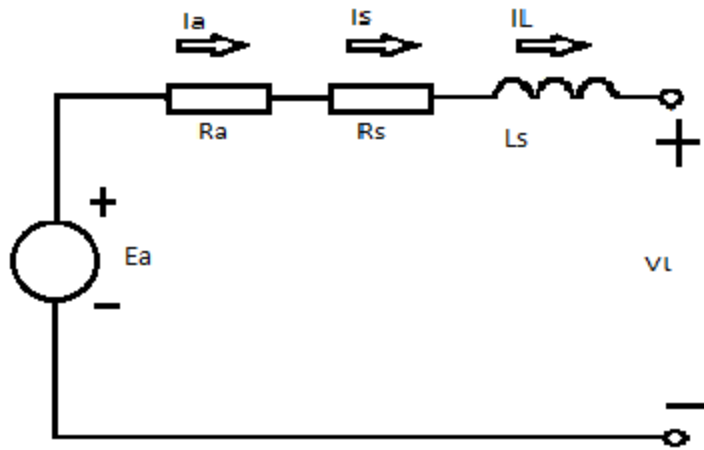


Figura 2.3. Circuito equivalente de un generador de corriente directa en serie.

R.

$$I_L = I_a = I_s \text{ (circuito serie)}$$

$$\text{LKV: } V_t = E_a - I_a(R_a + R_s)$$

$$V_t = 458 - 10 \cdot (15 + 20)$$

$$V_t = 109 \text{ V}$$

**R. MATLAB**

```
>> Ia=10;
```

```
Ea=458;
```

```
Ra=15;
```

```
Rs=20;
```

```
Vt=Ea-Ia*(Ra+Rs)
```

```
Vt=108
```

**R. SIMULINK:**

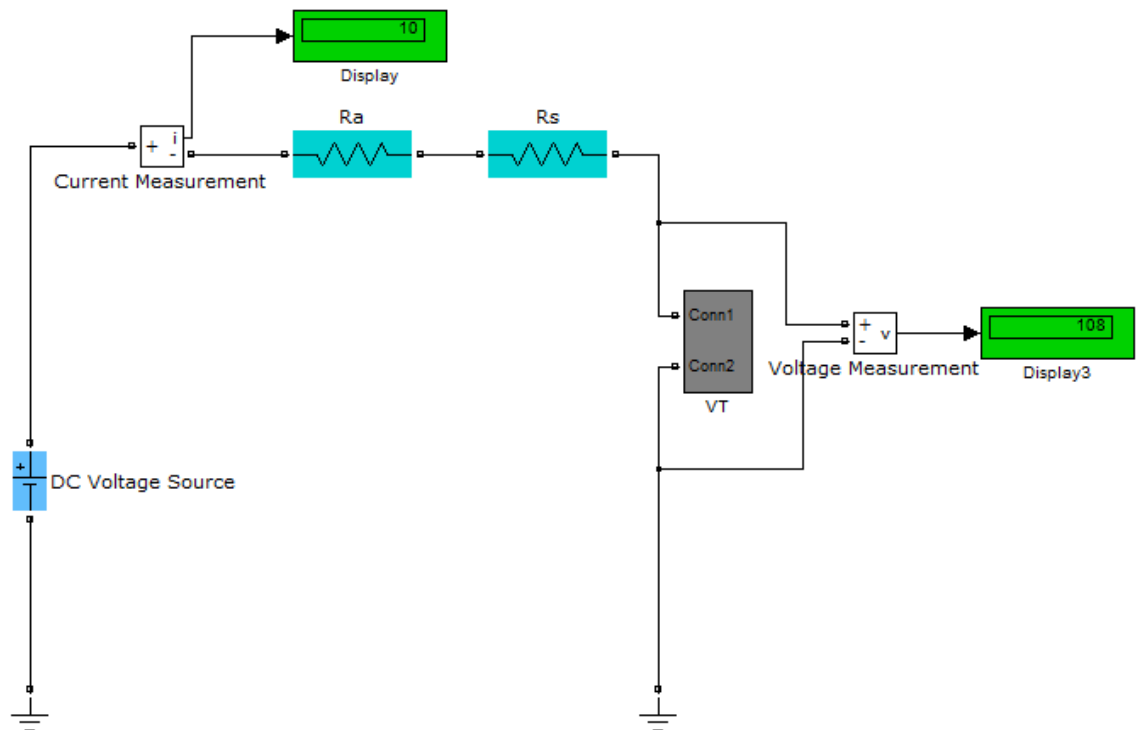


Figura 2.4. Archivo mdl. Circuito equivalente de un generador de corriente directa en serie.

### Ejercicio 3

En la figura siguiente se muestra el circuito equivalente de un generador de corriente directa compuesto acumulativo donde las resistencias  $R_a=3\Omega$  y  $R_s=5\Omega$ , el voltaje  $V_t=100V$ , el inductor  $L_s=0$  y el  $L_f=0$ . Las corrientes  $I_a$  e  $I_L$  son 8A y 3A en ese orden. Calcule el voltaje de la fuente  $E_a$  y la resistencia  $R_f$ .

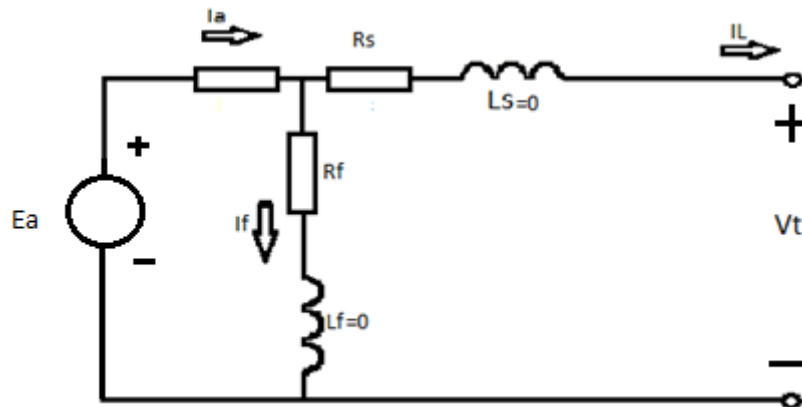


Figura 2.5. Circuito equivalente de un generador de corriente directa compuesto acumulativo

R.

$$a) \text{LKV: } V_t = E_a - I_a(R_a + R_s)$$

$$b) \text{LKC: } I_a = I_L + I_f$$

$$E_a = V_t + I_a(R_a + R_s)$$

$$I_f = 8 - 3$$

$$E_a = 100 + 8 \cdot (3 + 5)$$

$$I_f = 5 \text{ A}$$

$$E_a = 164 \text{ V}$$

$$R_f = V_t / I_f = 100 / 5 = 20 \Omega$$

**R.MATLAB**

$$R_a = 3;$$

$$R_s = 5;$$

$$V_t = 100;$$

$$I_L = 3;$$

$$I_a = 8;$$

$$E_a = V_t + I_a \cdot (R_a + R_s)$$

$$I_f = I_a - I_L$$

$$R_f = V_t / I_f$$

$E_a = 164$

$I_f = 5$

$R_f = 20\Omega$ . **SIMULINK:**

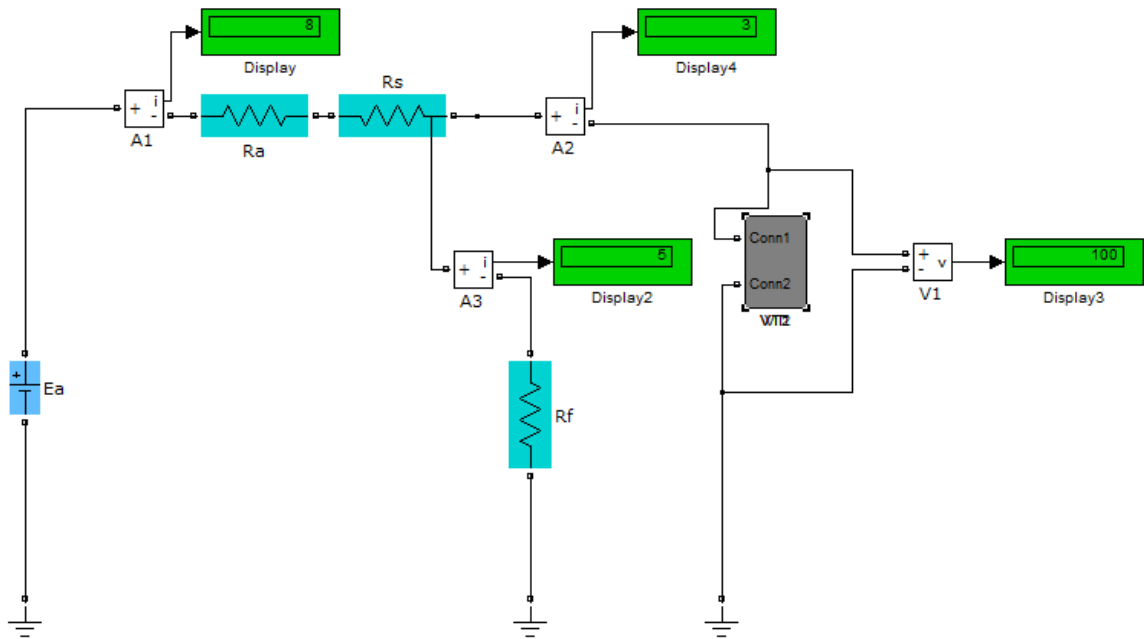


Figura 2.6. Archivo mdl. Circuito equivalente de un generador de corriente directa compuesto acumulativo

#### Ejercicio 4

El siguiente circuito corresponde al equivalente de un generador compuesto acumulativo con derivación larga. Los inductores  $L_s$  y  $L_f$  son despreciables, las resistencias  $R_a$  y  $R_s$  son igual a  $4\Omega$ , mientras que  $R_f=5\Omega$ . La fuente  $E_a=382V$  y las corrientes  $I_L$  e  $I_f$  son  $10A$  y  $38A$  respectivamente. Calcule la corriente  $I_a$  y el voltaje  $V_t$

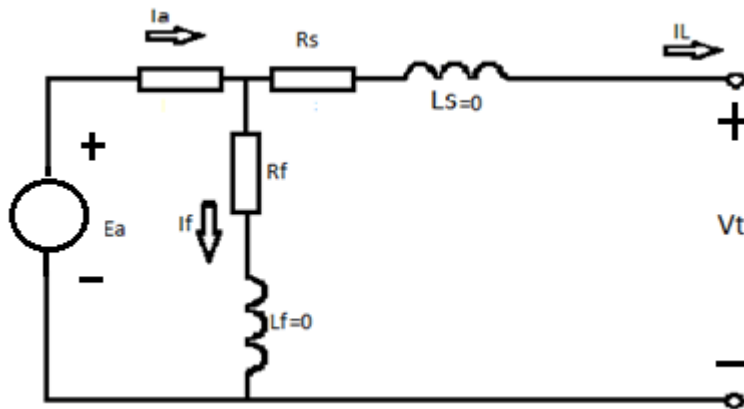


Figura 2.7. Circuito equivalente de un generador compuesto acumulativo con derivación larga.

R.

a) LKC:  $I_a = I_L + I_f$

$$I_a = 10 + 38 = 48 \text{ A}$$

$$\text{LKV: } -E_a + I_a R_a + R_s I_L + V_t = 0$$

$$V_t = E_a - I_a R_a - R_s I_L$$

$$\gg E_a = 382;$$

$$V_t = 382 - 48 \cdot 4 - 4 \cdot 10$$

$$V_t = 150 \text{ V}$$

**R. MATLAB**

$$R_s1 = 4;$$

$$R_s = 4;$$

$$R_f = 5;$$

$$I_L = 10;$$

$$I_f = 38;$$

$$I_a = I_l + I_f$$

$$V_t = E_a - I_a \cdot R_{s1} - I_l \cdot R_s$$

$$I_a = 48$$

$$V_t = 150$$

### R. SIMULINK:

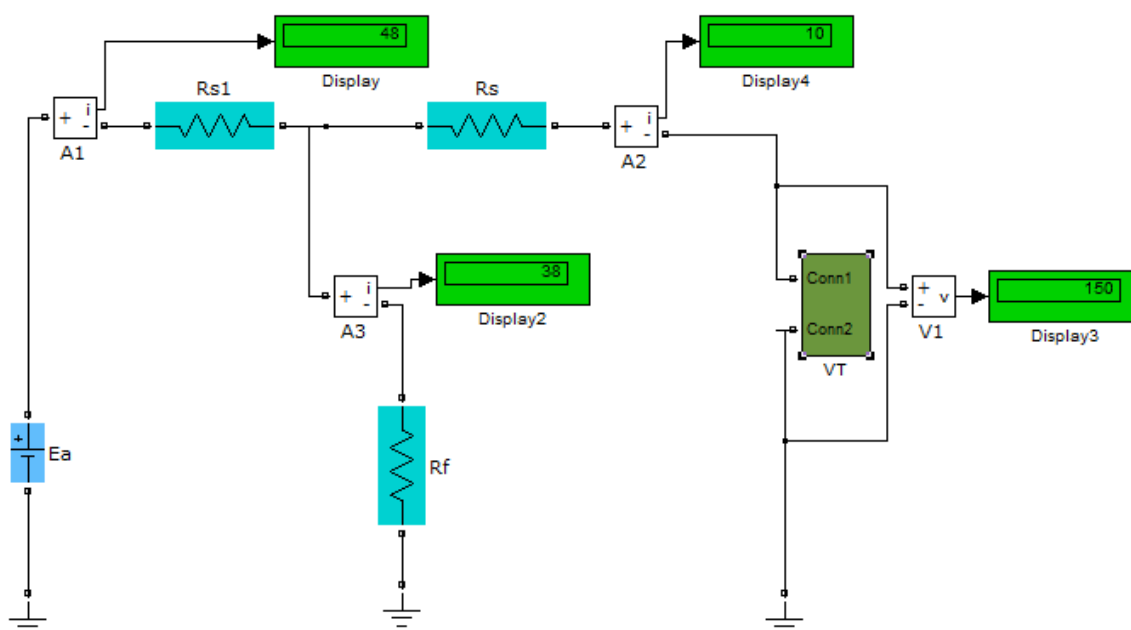


Figura 2.8. Archivo mdl. Circuito equivalente de un generador compuesto acumulativo con derivación larga

#### 2.1.1 Electrónica Analógica

- Amplificadores operacionales
- Tema CE I: El amplificador operacional.

Ejercicio 5

Dado el circuito que se muestra en la figura 9. Halle el voltaje de salida ( $V_{sal}$ ) y su ganancia ( $H_v$ ).

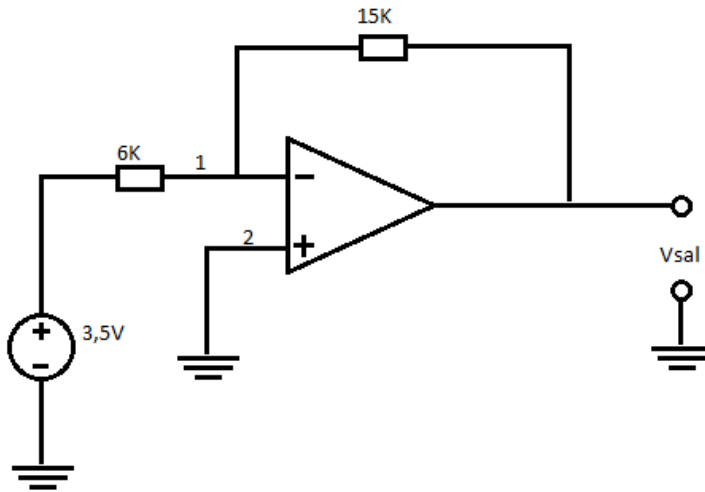


Figura 2.9. Amplificador operacional ideal en configuración inversora.

R.

Aplicamos un Método de Voltajes de Nodo(MVN).

(nodo V1).

$$\frac{V1 - 3.5}{6 * 10^3} + \frac{V1 - V_{sal}}{15 * 10^3} = 0$$

$$\frac{-3.5}{6 * 10^3} + \frac{-V_{sal}}{15 * 10^3} = 0 \quad (\text{Por ser } V1 = V2 = 0)$$

$$V_{sal} = -\frac{3.5}{6 * 10^3} * 15 * 10^3$$

$$V_{sal} = -8.75V$$

$$H_v = -\frac{8.75}{3.5} = -2.5$$

#### R. MATLAB

```
>> M=solve('(V1-3.5)/(6*10^3)+(V1-Vsal)/(15*10^3)=0','V1=0','V1,Vsal')
```

```
M =
```

```
    V1: [1x1 sym]
```

```
    Vsal: [1x1 sym]
```

```
>> Vsal=M.Vsal
```

```
Vsal =
```

```
-8.75
```

```
>> Vent=3.5
```

```
Vent =
```

```
    3.5000
```

```
>> Hv=Vsal/Vent
```

```
Hv =
```

```
-2.5
```

#### **R. SIMULINK:**

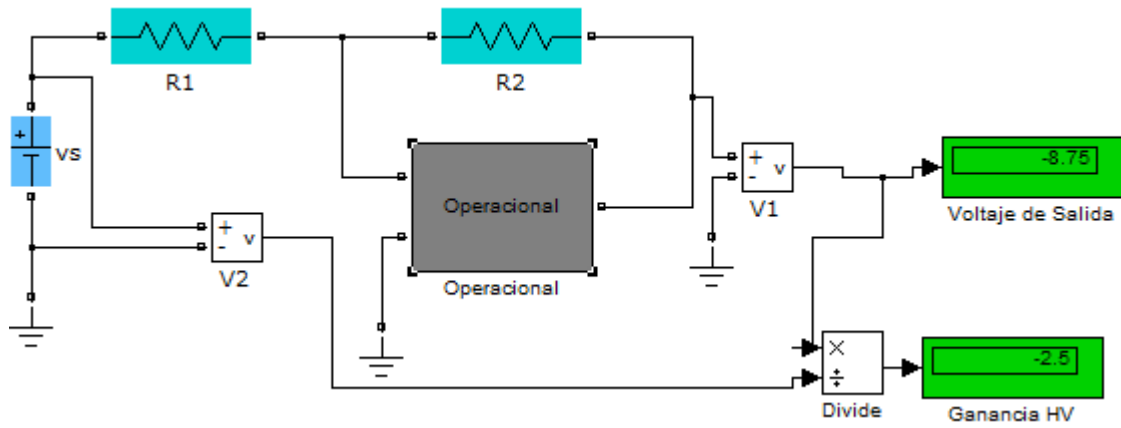


Figura 2.10. Archivo mdl. Amplificador operacional ideal en configuración inversora.

Ejercicio 6

En el siguiente circuito se muestra un amplificador operacional ideal en configuración no inversa. Calcule el voltaje de salida ( $V_{sal}$ ) y su ganancia ( $H_v$ ).

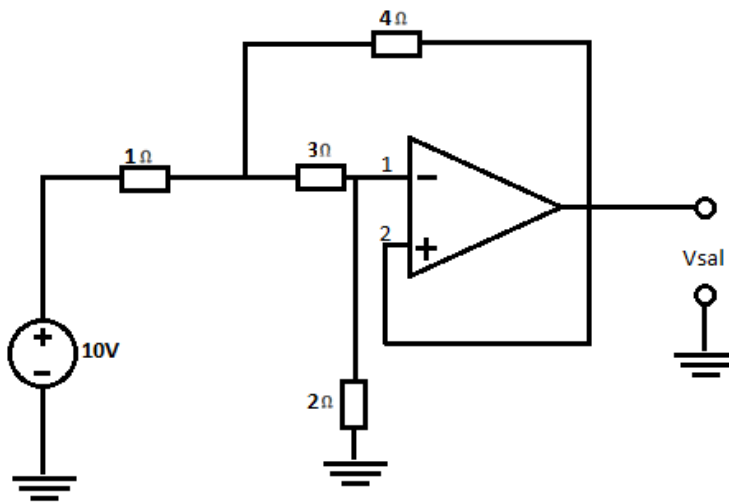


Figura 2.11. Amplificador operacional ideal en configuración no inversora.

R.

MVN.

(nodo V3)

$$\frac{V3 - 10}{1} + \frac{V3 - V_{sal}}{3} + \frac{V3 - V_{sal}}{4} = 0$$

$$12V3 - 120 + 4V3 - 4V_{sal} + 3V3 - 3V_{sal} = 0$$

$$19V3 - 7V_{sal} = 120$$

(nodo V1)

$$\frac{V_{sal} - V3}{3} + \frac{V_{sal}}{2} = 0$$

$$2V_{sal} - 2V3 + 3V_{sal} = 0$$

$$5V_{sal} - 2V3 = 0$$

$$V3 = \frac{5}{2} * V_{sal}$$

(Sustituyendo V3)

$$19 * \frac{5}{2} * V_{sal} - 7V_{sal} = 0$$

$$V_{sal} = \frac{120}{40.5}$$

$$V_{sal} = 2.963V$$

$$H_v = \frac{2.963}{10}$$

$$H_v = 0.2963$$

**R. MATLAB**

```
>>V=solve('(V3-10)/1+(V3-Vsal)/3+(V3-Vsal)/4=0','(Vsal-  
V3)/(3)+(Vsal)/(2)=0','V3,Vsal')
```

V =

V3: [1x1 sym]

Vsal: [1x1 sym]

```
>> Vsal=V.Vsal
```

Vsal = 80/27

```
>> Vent=10
```

Vent = 10

```
>> Hv=Vsal/Vent
```

Hv = 8/27

```
>> Hv=8/27
```

Hv = 0.2963

**R. SIMULINK:**

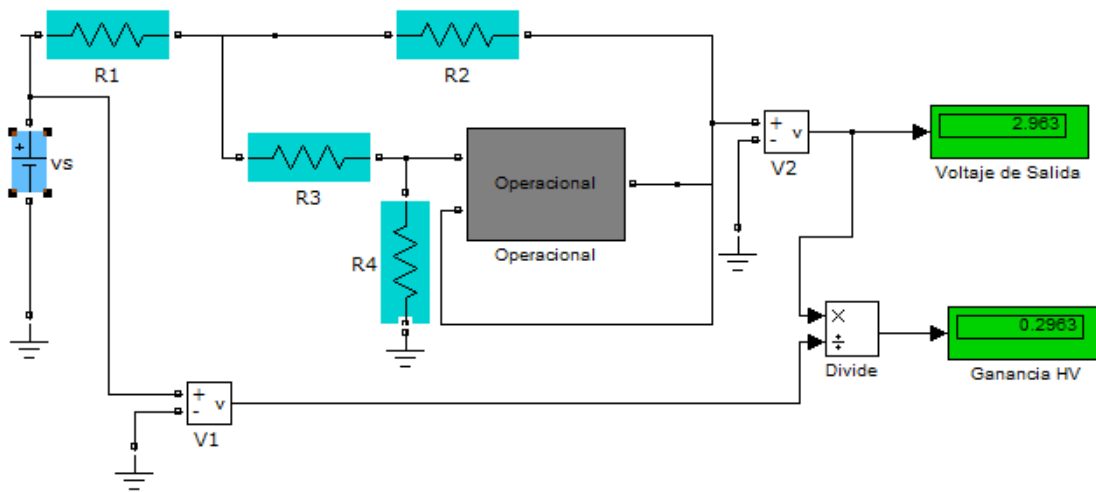


Figura 2.12. Archivo mdl. Amplificador operacional ideal en configuración no inversora.

Ejercicio 7

En el siguiente ejercicio se muestra un amplificador operacional ideal sumador. Halle el voltaje de salida ( $V_{sal}$ ).

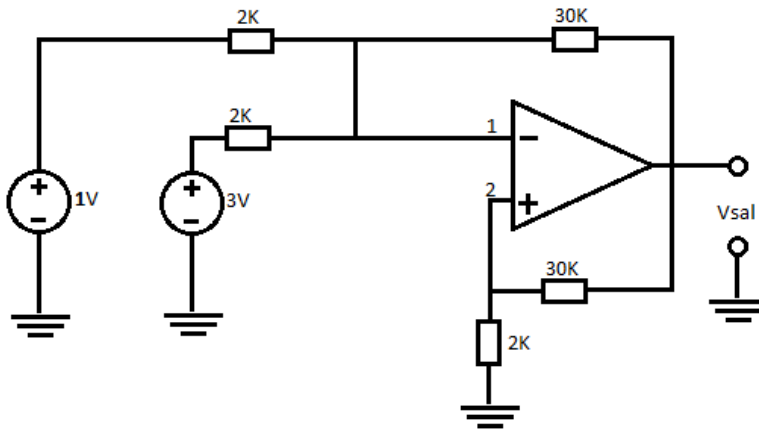


Figura 2.13. Amplificador Operacional Ideal Sumador

MVN.

(Nodo V1)

$$\frac{V1 - 1}{2 * 10^3} + \frac{V1 - 3}{2 * 10^3} + \frac{V1 - Vsal}{30 * 10^3} = 0$$

$$15V1 - 15 + 2015V1 - 45 + V1 - Vsal = 0$$

$$31V1 - Vsal = 60$$

(Nodo 2)

$$\frac{V2}{2} + \frac{V2 - Vsal}{30 * 10^3} = 0$$

$$15V2 + V2 - Vsal = 0$$

$$16V2 - Vsal = 0$$

$$V2 = \frac{Vsal}{16} = V1$$

(Se sustituye V1)

$$31 * \frac{Vsal}{16} - Vsal = 60$$

$$Vsal = \frac{60}{\left[\frac{31}{16} - 1\right]} = 84V$$

R. MATLAB

```
>> A=[31 -1;16 -1]
```

A =

```

31 -1
16 -1
>> b=[60;0]
b =
60
0
>> V=A\b
V =
4
64
    
```

**R. SIMULINK**

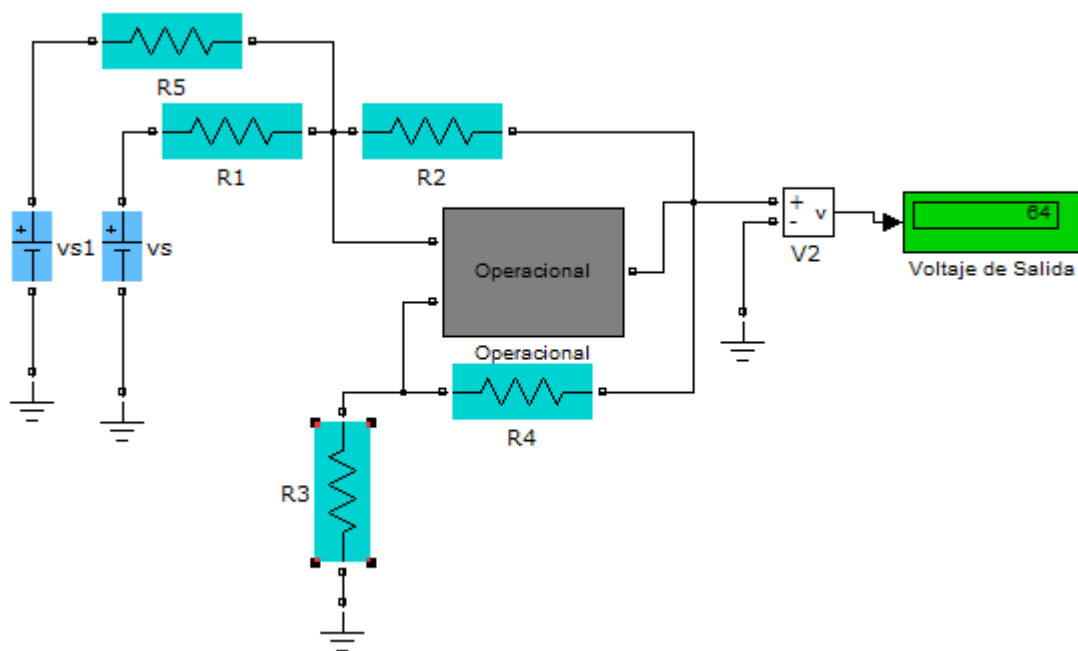


Figura 2.14. Archivo mdl. Amplificador operacional ideal sumador.

### 2.1.2 Mediciones Eléctricas

- Tema de CE I: Divisor de Voltaje
- Puente de Wheatstone y Óhmetro
- Tema de CE I: Divisor de Corriente y Método de Voltaje de Thevenin

#### Ejercicio 8

Dos voltímetros son utilizados para medir el voltaje a través de un resistor  $R_b$  en el siguiente circuito. Los dos voltímetros poseen los parámetros siguientes:

Voltímetro A:  $S=1\text{K}\Omega/\text{V}$ , Rango(Campo de Medicion)=10V

Voltímetro B:  $S=20\text{K}\Omega/\text{V}$ , Rango(Campo de Medicion)=10V

Datos:  $R_a=25\text{K}\Omega$ ,  $R_b=5\text{K}\Omega$ ,  $E_a=30\text{V}$

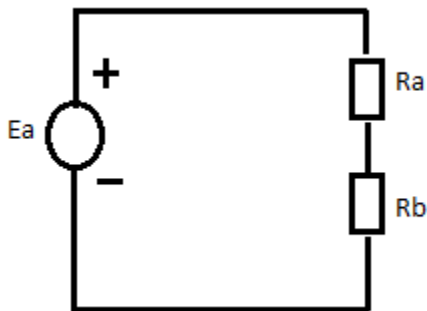


Figura #2.15. Circuito con dos resistores en serie.

Calcule:

- El voltaje a través de  $R_b$  sin voltímetro.
- El voltaje a través de  $R_b$  con el voltímetro A conectado.
- El voltaje a través de  $R_b$  con el voltímetro B conectado.

Respuestas:

a) Utilizando un divisor de voltaje:

$$V_{rb} = E(R_b/(R_a+R_b)) = 30(5/(5+25)) = 5\text{V}$$

b) Ahora se conecta el voltímetro A, en paralelo con  $R_b$ .

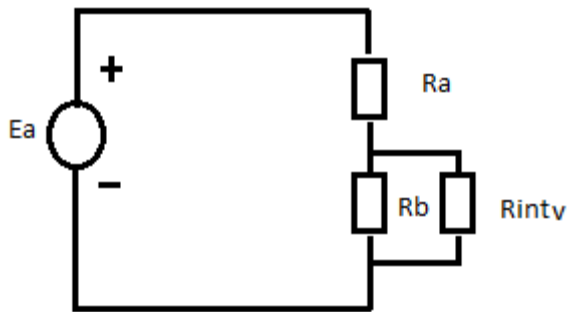


Figura 2.16. Circuito serie con el voltímetro A conectado a Rb.

Dato útil: En la asignatura de mediciones se toma en cuenta el valor de la R interna del voltímetro ( $R_{int}$ )

$$R_{intv} = S \cdot R_{ango}$$

$$R_{int} = 1 \text{ K}\Omega / v \cdot 10 \text{ V} = 10 \text{ K}\Omega$$

$$R_{eq} = ((10 \cdot 5) / (10 + 5)) = 3.33 \text{ K}\Omega$$

$$V_{rb} = E (R_{eq} / (R_{eq} + R_a)) = 30 (3.33 / (3.33 + 25)) = 3.53 \text{ V}$$

c) Como cambia en el voltímetro B el valor de S, vuelvo a calcular la

$$R_{int} = 20 \text{ K}\Omega / v \cdot 10 \text{ V} = 200 \text{ K}\Omega$$

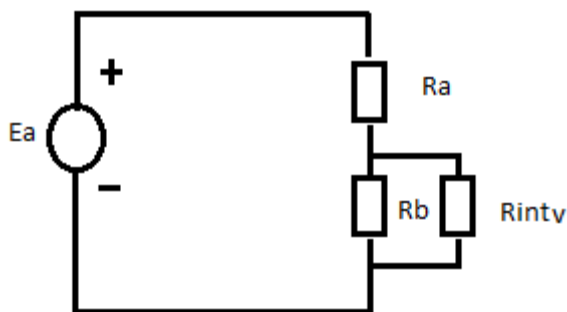


Figura 2.17. Circuito serie con el voltímetro B conectado a Rb

$$R_{eq} = ((5 \cdot 200) / (5 + 200)) = 4.88 \text{ K}\Omega$$

$$V_{rb} = E (R_{eq} / (R_{eq} + R_a)) = 30 (4.88 / (4.88 + 25)) = 4.9 \text{ V}$$

Es importante en este ejercicio que los estudiantes se den cuenta de la importancia que tiene que el voltímetro tenga una  $R_{int}$  muy alta, para que su lectura sea lo más fiel posible y el margen de error sea mínimo.

#### R. MATLAB

a):

$$E=30;$$

$$R_a=25;$$

$$R_b=5;$$

$$V_{R_b}=E*(R_b/(R_a+R_b))$$

$$V_{R_b} = 5$$

b)

$$S=1000;$$

$$R_{ango}=10;$$

$$R_a=2000;$$

$$R_b=5000;$$

$$E=30;$$

$$R_{intvoltage}=S*R_{ango}$$

$$R_{eq}=(R_{intvoltage}*R_b)/(R_b+R_{intvoltage})$$

$$V_{R_b}=E*(R_{eq}/(R_{eq}+R_a))$$

$$R_{intvoltage} = 10000$$

$$R_{eq} = 3.3333e+003$$

$$V_{R_b} = 3.5294$$

c)

$$S=20000;$$

$$Rango=10;$$

$$R_a=25000;$$

$$R_b=5000;$$

$$E=30;$$

$$R_{intvoltage}=S \cdot Rango$$

$$R_{eq}=(R_{intvoltage} \cdot R_b)/(R_b+R_{intvoltage})$$

$$V_{R_b}=E \cdot (R_{eq}/(R_{eq}+R_a))$$

$$R_{intvoltage} = 200000$$

$$R_{eq} = 4.8780e+003$$

$$V_{R_b} = 4.8980$$

$$R_{intvoltage} = 200000$$

$$R_{eq} = 4.8780e+003$$

$$V_{R_b} = 4.8980$$

### **R. SIMULINK:**

a):

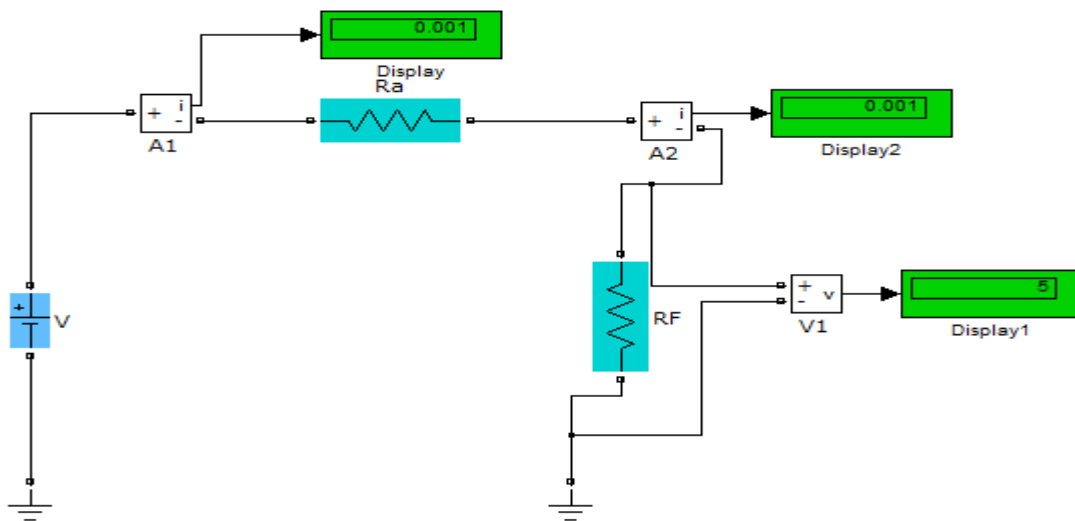


Figura 2.18. Archivo mdl .Circuito serie

b):

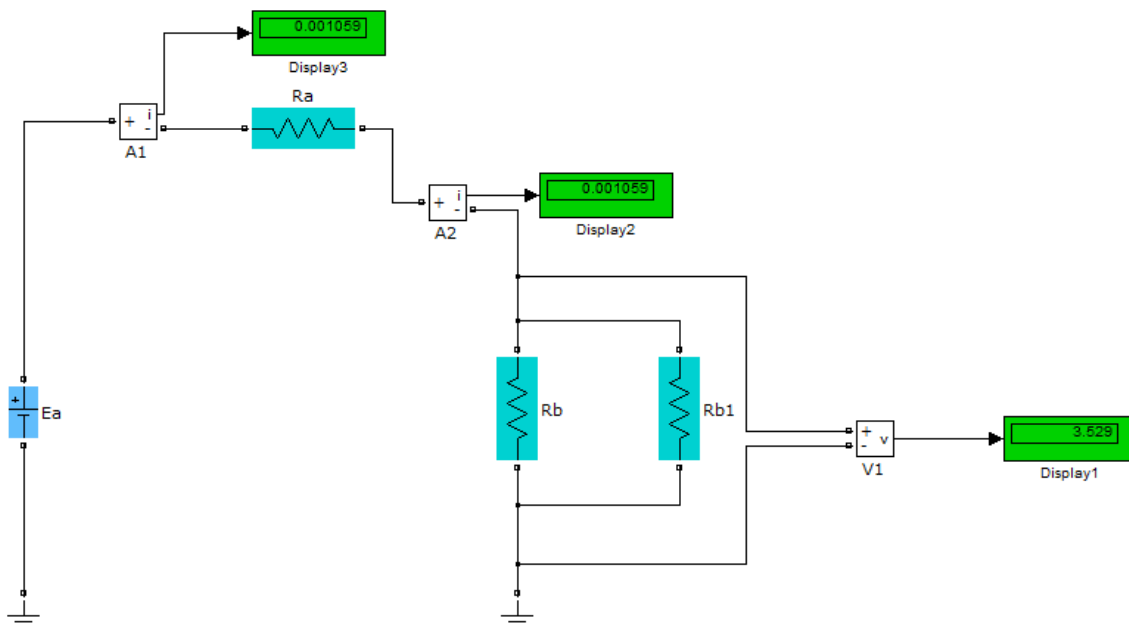


Figura 2.19 Archivo mdl .Circuito serie con el voltímetro A conectado

c)

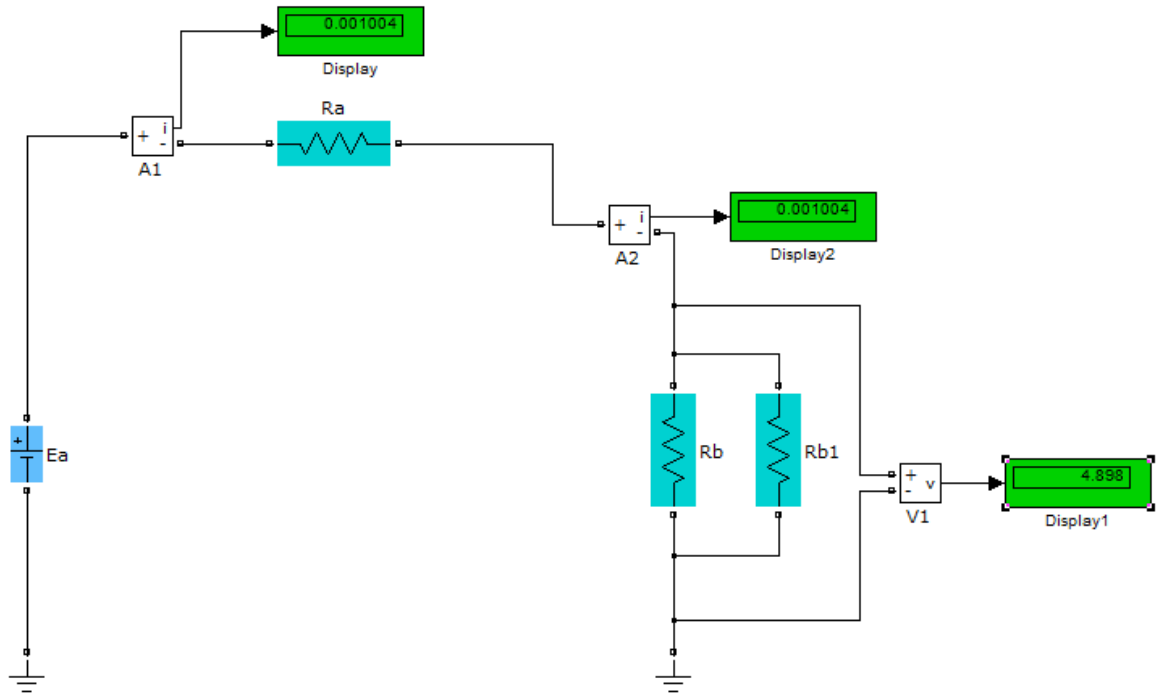


Figura 2.20. Archivo mdl .Circuito serie con el voltímetro A conectado

### Ejercicio 9

En el siguiente circuito se desea medir el voltaje a través del resistor  $R_2$  , para ello se cuenta con dos voltímetros los cuales poseen los siguientes parámetros.

Voltímetro A:  $S=0.5K\Omega/V$  ,Rango(Campo de Medicion)=10V

Voltímetro B:  $S=10K\Omega/V$  ,Rango(Campo de Medicion)=10V

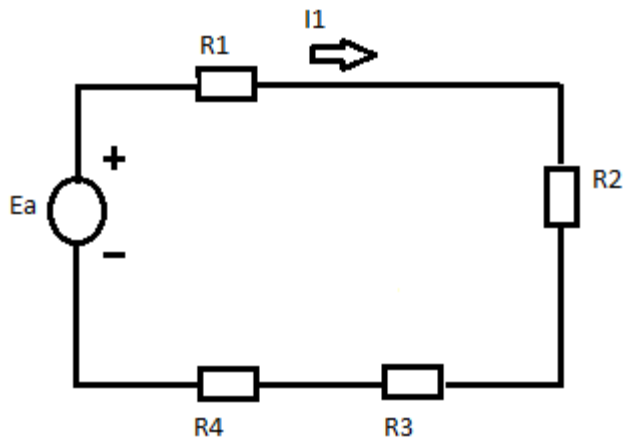


Figura 2.21. Circuito de cuatro resistores en serie

Datos:  $R1=4\text{ K}\Omega$ ,  $R2=2\text{ K}\Omega$ ,  $R3=4\text{ K}\Omega$ ,  $R4=6\text{ K}\Omega$  y  $E1=80\text{V}$

Calcule

- Voltaje a través de  $R2$  sin voltímetro conectado
- Voltaje a través de  $R2$  con el voltímetro A conectado
- Voltaje a través de  $R2$  con el voltímetro B conectado

Respuesta

$$\text{a) } V_{Rb} = 30 * (5 / (25 + 5))$$

$$V_{Rb} = 5\text{V}$$

$$\text{b) } R_{int} = S * R_{ango}$$

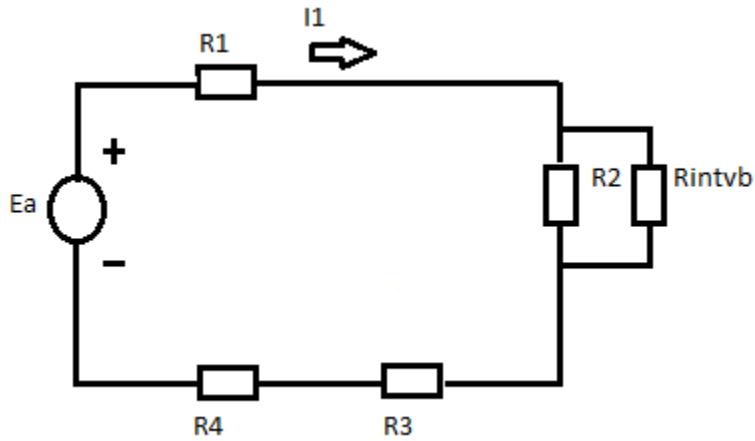


Figura 2.22. Circuito serie con el voltímetro A conectado

$$R_{int} = 0.5 * 10 = 5 \text{ K}\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{(5 * 2)}{(5 + 2)} = 1.43 \text{ K}\Omega$$

$$V_{r4} = 80 \left( \frac{R_{eq}}{R_{eq} + R_3 + R_4 + R_1} \right) = 7.41 \text{ V}$$

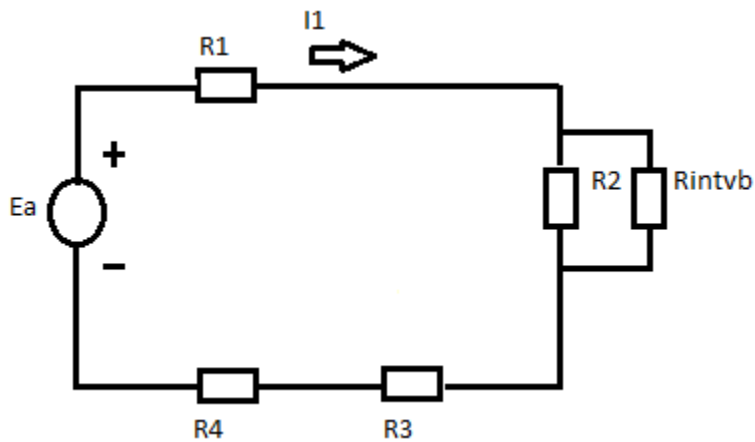


Figura 2.23. Circuito serie con el voltímetro B conectado

$$c) R_{int} = 10 * 10 = 100 \text{ K}\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{(100 * 2)}{(100 + 2)} = 1.96 \text{ K}\Omega$$

$$V_{r2} = 80 \left( \frac{1.96}{1.96 + 4 + 4 + 6} \right) = 9.83 \text{ V}$$

Como podemos observar se demuestra que los voltímetros de valores muy altos de resistencias dan valores de voltaje mas fieles

**R. Matlab:**

a):

```
>> R1=4;
```

```
R2=2;
```

```
R3=4;
```

```
R4=6;
```

```
E=80;
```

```
VR2=E*(R2/(R2+R3+R4+R1))
```

```
VR2 =10
```

b):

```
>> R1=4;
```

```
R2=2;
```

```
R3=4;
```

```
R4=6;
```

```
E=80;
```

```
S=0.5;
```

```
Rango=10;
```

```
Rintv=S*Rango
```

```
Req=(Rintv*R2)/(Rintv+R2)
```

```
VR2=E*(Req/(Req+R3+R4+R1))
```

```
Rintv= 5
```

$$R_{eq} = 1.4286$$

$$V_{R2} = 7.4074$$

c)

$$\gg R1=4;$$

$$R2=2;$$

$$R3=4;$$

$$R4=6;$$

$$E=80;$$

$$S=10;$$

$$Rango=10;$$

$$R_{intv} = S * Rango$$

$$R_{eq} = (R_{intv} * R2) / (R_{intv} + R2)$$

$$V_{R2} = E * (R_{eq} / (R_{eq} + R3 + R4 + R1))$$

$$R_{intv} = 100$$

$$R_{eq} = 1.9608$$

$$V_{R2} = 9.8280$$

**R. SIMULINK:**

a):

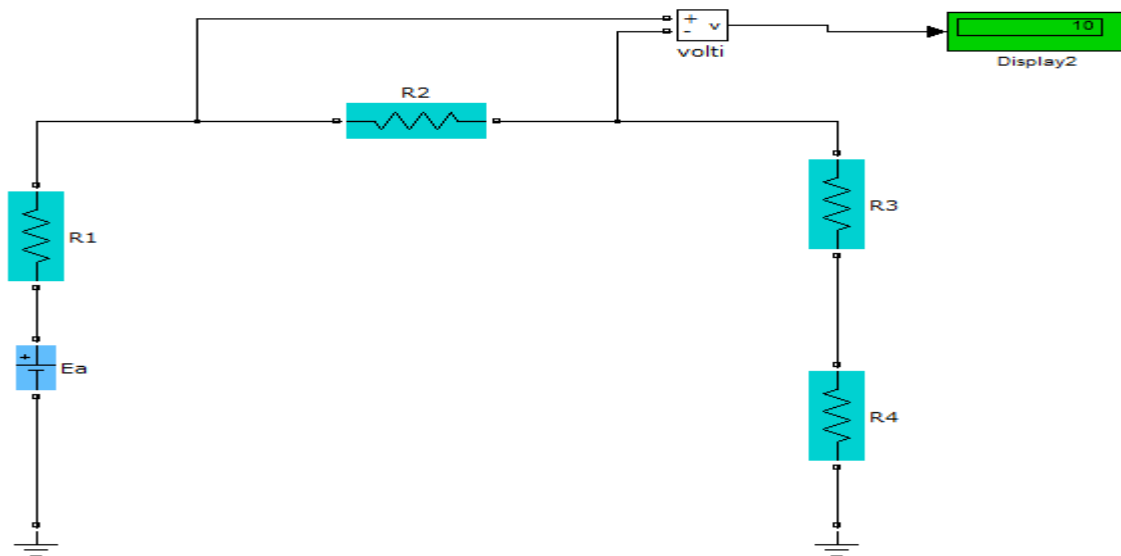


Figura 2.24 . Archivo mdl.Circuito serie

b):

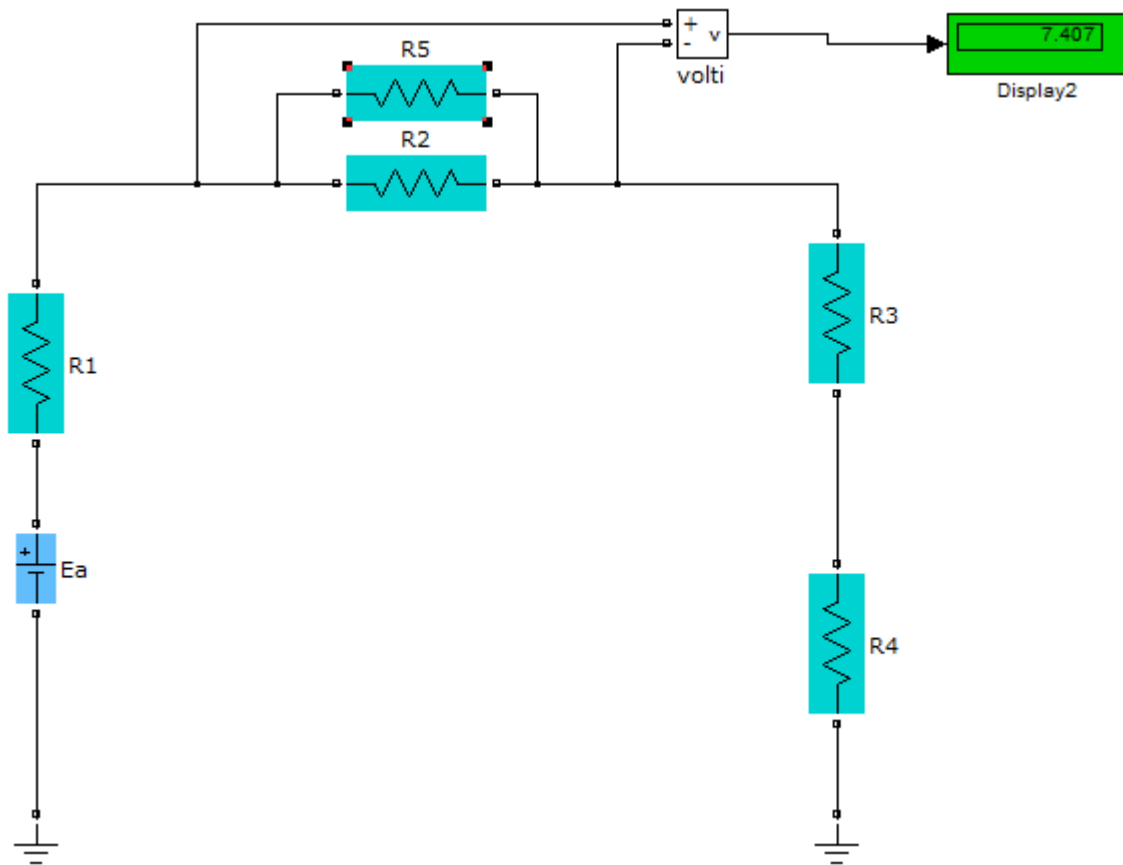


Figura 2.25. Archivo mdl.Circuito serie con el voltímetro A conectado

c):

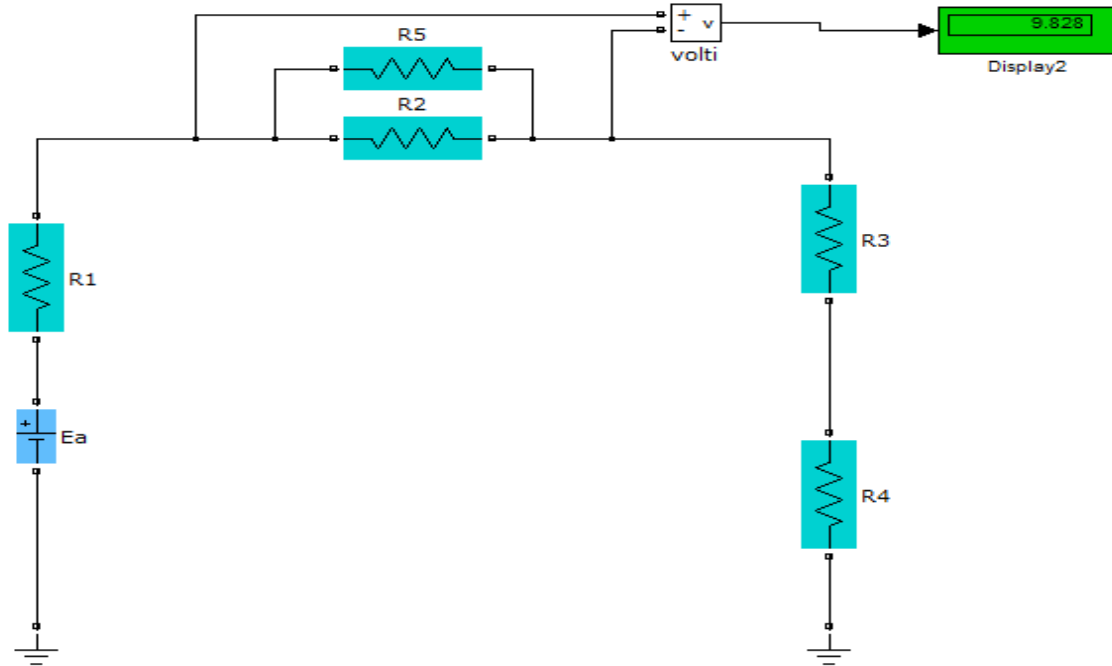


Figura 2.26. Archivo mdl.Circuito serie con el voltímetro B conectado

Ejercicio 10

En el siguiente esquema se muestra el circuito de un Óhmetro Paralelo en el cual las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_m$  y  $R_x$  son  $5\Omega$ ,  $3\Omega$ ,  $0.5\Omega$  y  $1\Omega$  respectivamente además la corriente  $I_1=10A$ . Calcule las corrientes  $I_2$  e  $I_3$ .

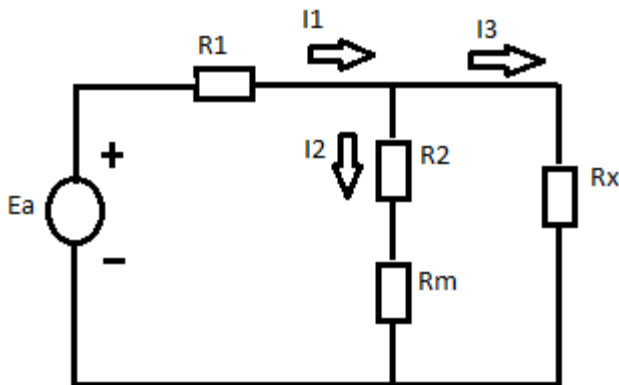


Figura 2.27 Circuito equivalente del Óhmetro Paralelo

$$I_3 = I_1 * ((R_2 + R_m) / (R_2 + R_m + R_x)) = ((3 + 0.5) / (3 + 0.5 + 1)) * 10 = 7.78 \text{ A}$$

$$I_2 = I_1 - I_3 = 10 - 7.78 = 2.22 \text{ A}$$

**R:matlab**

$$R_1 = 5;$$

$$R_2 = 3;$$

$$R_m = 0.5;$$

$$R_x = 1;$$

$$I_1 = 10;$$

$$I_3 = I_1 * ((R_2 + R_m) / (R_2 + R_m + R_x))$$

$$I_2 = I_1 - I_3$$

$$I_3 = 7.7778$$

$$I_2 = 2.2222$$

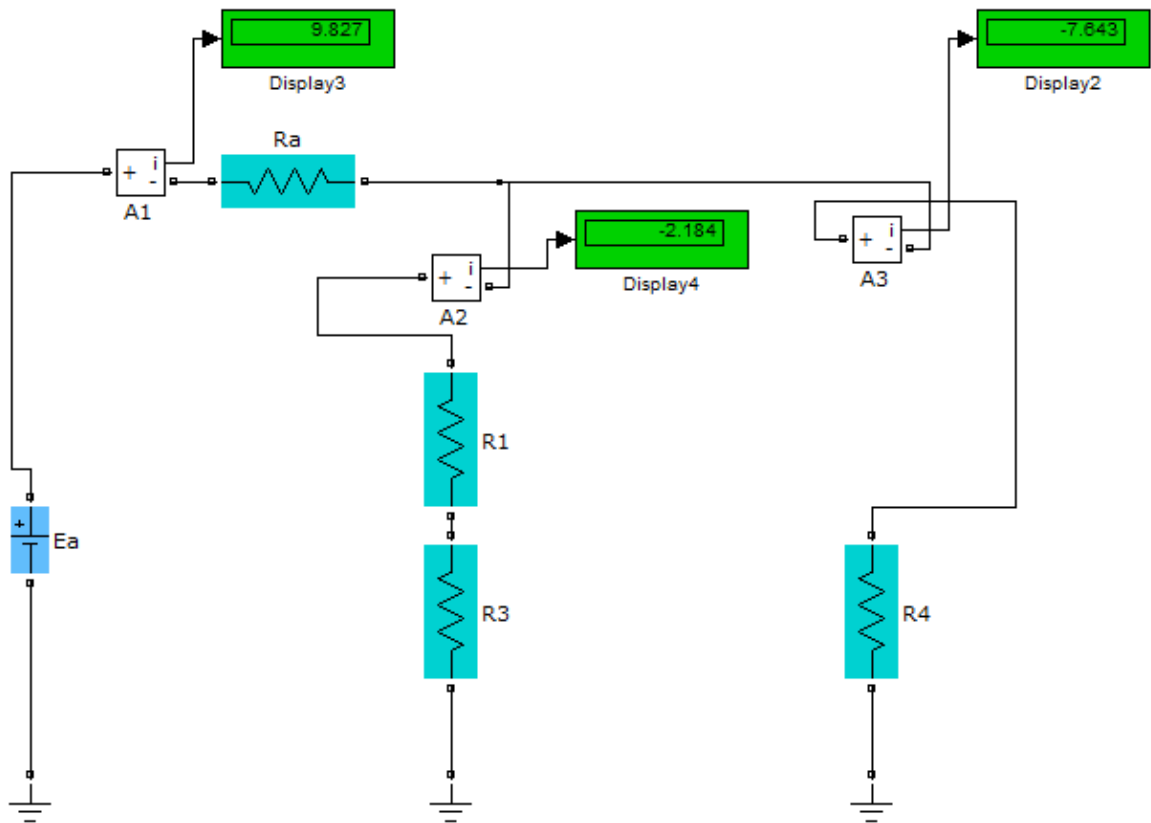
**R. SIMULINK:**

Figura 2.28. Archivo mdl.Circuito equivalente del Óhmetro Paralelo

## Ejercicio 11

El circuito que se muestra a continuación representa el Puento de Wheatstone, utilizado para medir resistencias muy bajas.

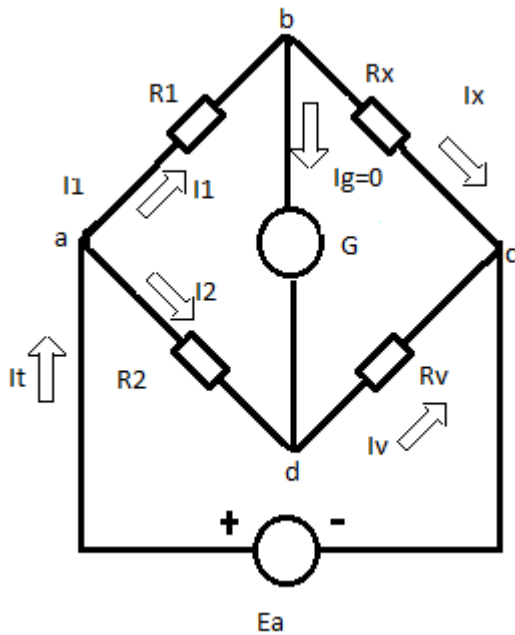


Figura 2.29.Circuito equivalente del Puente de Wheatstone

Datos:  $I_t=5\text{mA}$  , $R_1=5\text{K}\Omega$ , $R_2=500\Omega$ , $R_v=200\Omega$

Calcule

- a)El valor de  $R_x$  si  $I_g=0$ .
- b)Las corrientes  $I_1$  e  $I_2$

Respuesta

a) Para los puentes sencillos de CD (puentes de Wheatstone) ver figura, cuyo valor de ( $I_g=0$ ) el voltaje entre los Puntos b y d es cero, por lo tanto:

$$\begin{aligned} I_1 R_1 &= I_2 R_2 \\ I_x R_x &= I_v R_v \end{aligned} \quad (1)$$

Además como  $I_g=0$  entonces:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_x \\ I_2 &= I_v \end{aligned} \quad (2)$$

Luego, substituyendo (2) en el lado izquierdo de (1) y dividiendo resulta:

$$\frac{R_1}{R_x} = \frac{R_2}{R_v} \quad (3)$$

$$R_x = (R_1 * R_v) / R_2 = 5 * 2 / 0.5 = 2$$

$$a) I_1 = I_t * ((R_2 + R_v) / (R_2 + R_v + R_1 + R_x))$$

$$I_1 = 0.1571 * ((0.5 + 0.2) / (0.5 + 0.2 + 5 + 2)) = 0.01428A$$

$$I_2 = I_t - I_1 = 0.1571 - 0.01428 = 0.1428A$$

### **R. Matlab:**

$$R_1 = 5000;$$

$$R_2 = 500;$$

$$R_v = 200;$$

$$R_x = (R_1 * R_v) / R_2$$

$$I_t = 0.1571;$$

$$I_1 = I_t * ((R_2 + R_v) / (R_1 + R_2 + R_v + R_x))$$

$$I_2 = I_t - I_1$$

$$R_x = 2000$$

$$I_1 = 0.0143$$

$$I_2 = 0.1428$$

**R. SIMULINK:**

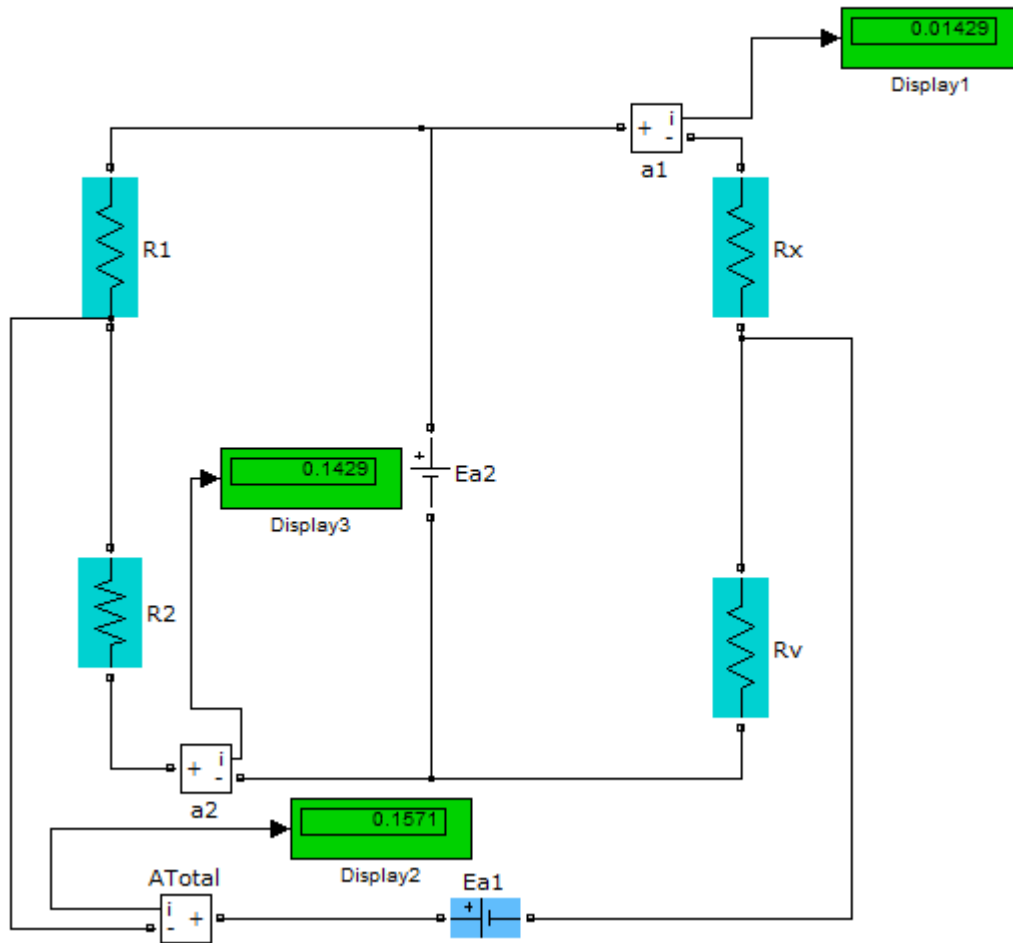


Figura 2.30. Archivo mdl.Circuito equivalente del Puento de Wheatstone

**Ejercicio 12**

El circuito de la figura muestra un Potenciómetro de múltiples rangos. El selector principal consta de 15 pasos de  $20\Omega$  cada uno y el alambre de corredera tiene una resistencia de  $30\Omega$ . El voltaje de la celda normal empleada para su calibración es de  $1.019V$ . Además el Potenciómetro debe ser capas de compensar hasta  $1.65V$  de corriente directa en la posición a, ( $R_a=0$ ). Calcule:

- a) El valor de la corriente por la rama de medición ( $I_m$ ) en la posición a.
- b) El valor de la corriente  $I_1$  aplicando Thevenin si se encuentra en la posición b.

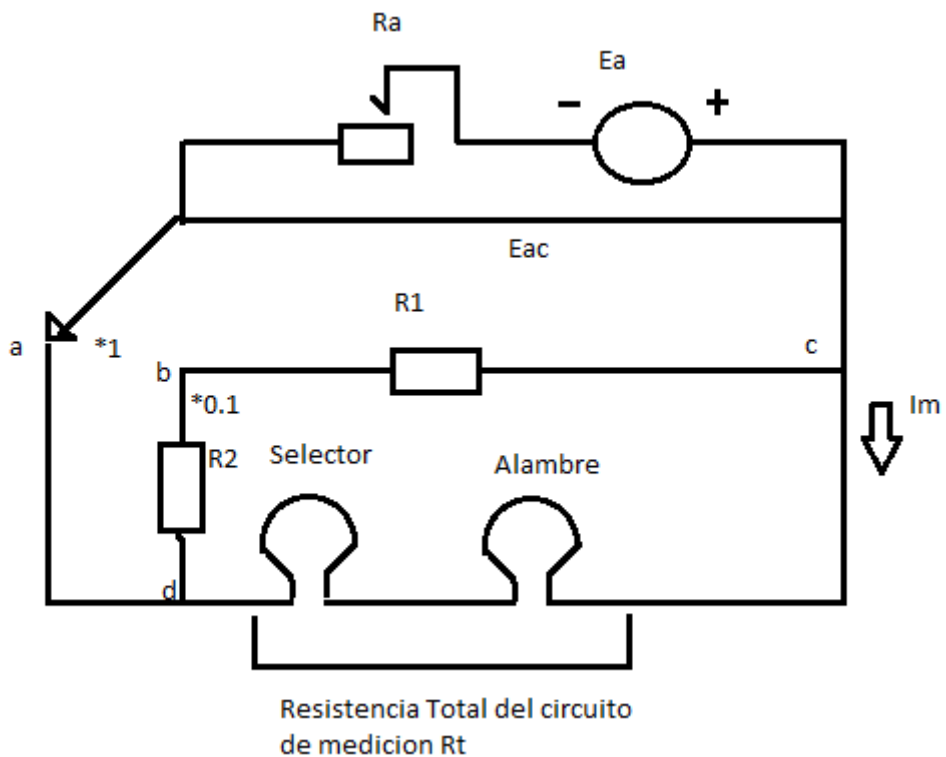


Figura 2.31. Circuito equivalente un Potenciómetro de múltiples rangos

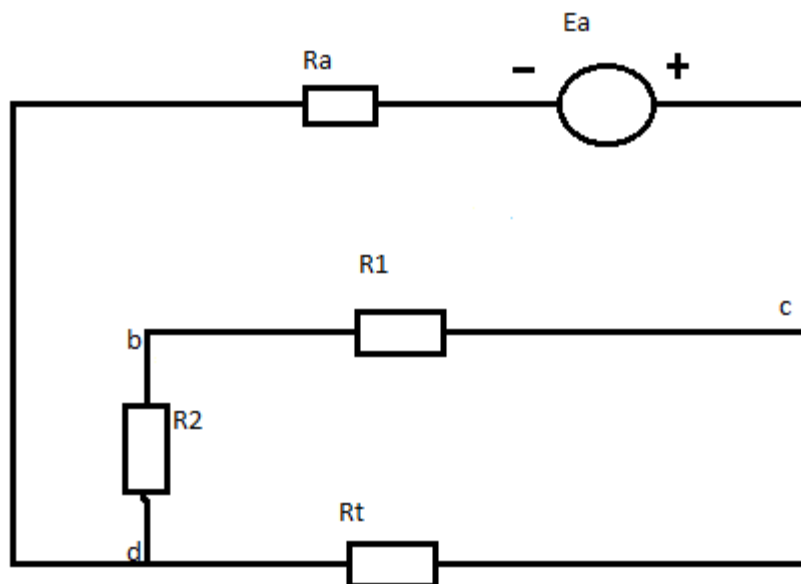


Figura 2.32. Circuito equivalente un Potenciómetro de múltiples rangos

$$I_m = U_{pm} / R_t = 1.65 / 330 = 5 \text{ mA}$$

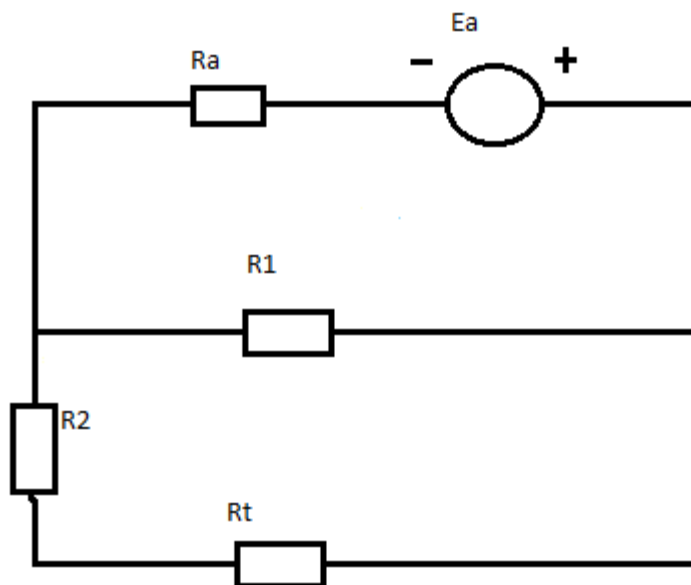


Figura 2.33. Circuito equivalente un Potenciómetro de múltiples rangos

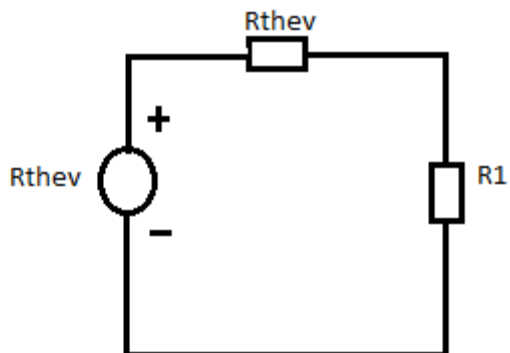


Figura. 2.34. Circuito equivalente de Thevenin

$$E_{\text{thev}}=3\text{V}$$

$$R_{\text{thev}}=0$$

$$I_1=E_{\text{thev}}/(R_{\text{thev}}+R_1)$$

$$I_1=3/900=3.33\text{mA}$$

**R. Matlab:**

$$R_T=330;$$

$$U_{\text{pmax}}=1.65;$$

$$I_m=U_{\text{pmax}}/R_T$$

$$E_a=3;$$

$$R_1=900;$$

$$V_{\text{thev}}=E_a;$$

$$R_{\text{thev}}=0;$$

$$I_1=V_{\text{thev}}/(R_{\text{thv}}+R_1)$$

$$I_m = 0.0050$$

$$I_1 = 0.0033$$

**R. SIMULINK:**

a)

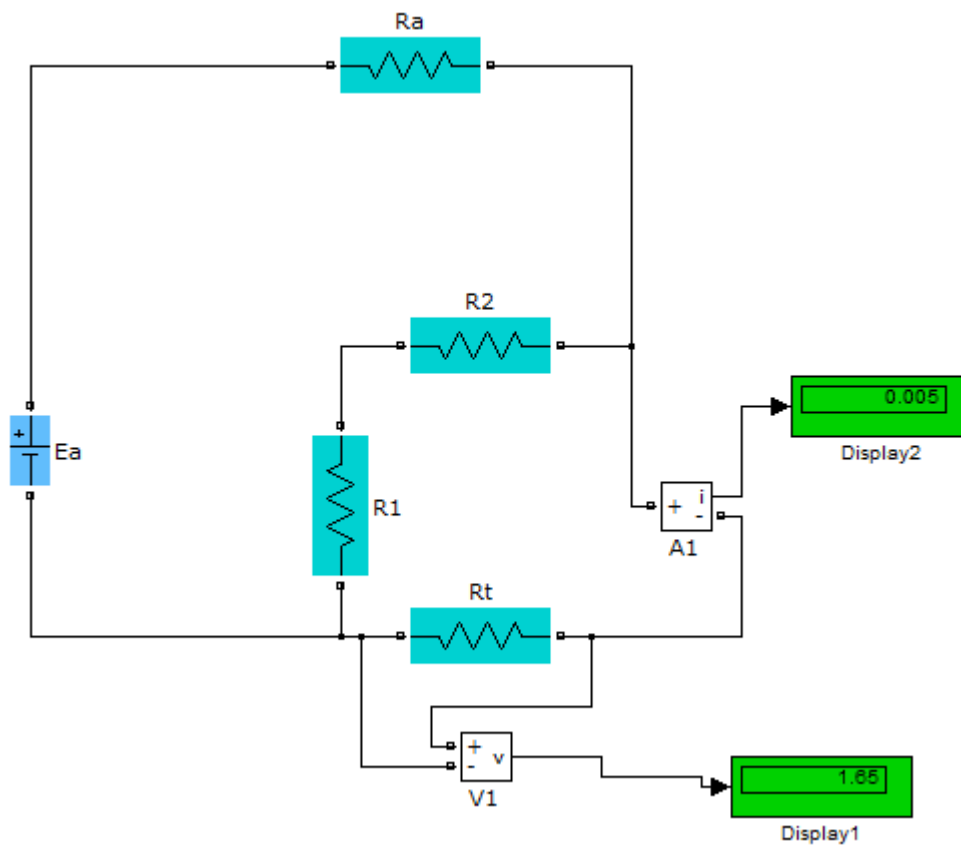


Figura 2.35. Archivo mdl.Circuito equivalente un Potenciómetro de múltiples rangos

b):

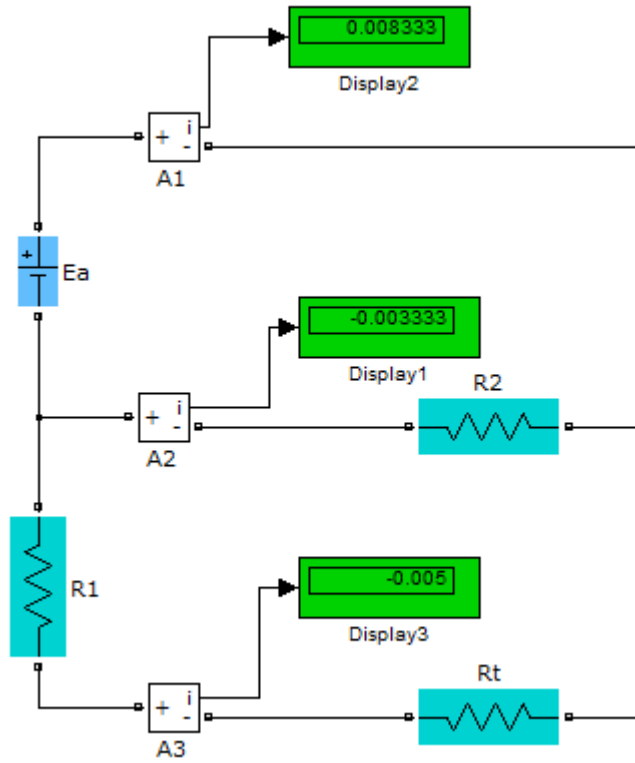


Figura 2.36. Archivo mdl. Circuito equivalente un Potenciómetro de múltiples rango

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### **Conclusiones**

Teniendo en cuenta que el propósito principal de esta investigación estuvo relacionado con buscar ejercicios para que los docentes vinculen la asignatura CE I con la profesión del Ingeniero Electricista la Carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Central “Marta Abreu de Las Villas”, se consideran que las conclusiones son las siguientes:

1. A partir del estudio de los fundamentos teóricos metodológicos se considera factible lograr la interdisciplinaria en la carrera de Ingeniería Eléctrica y específicamente en la asignatura CE I.
2. A partir de la revisión en el plan de estudio y en las asignaturas posteriores para la obtención de ejercicios se pudo determinar que los CE I, son la base de todas las materias subsecuentes, pero para la elaboración de los ejercicios puramente de corriente directa y que el estudiante los pudiera resolver a partir de los contenidos que domina, se confirmó que son restringidos, debido a que en la mayoría de las asignaturas posteriores se trabaja con corriente alterna aunque se toman en cuenta los contenidos de CE I de corriente directa.
3. El MATLAB y Simulink son software que están a la altura de la comprensión de los usuarios para solucionar Circuitos Eléctricos.
4. Los ejercicios resueltos en este trabajo de diploma sirven de apoyo a los profesores de la asignatura CE I y de otras asignaturas con Simulación.

A partir de lo anterior, se considera que se ha dado respuesta el problema de investigación planteado.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### **Recomendaciones**

- Hacer uso del trabajo por los profesores de la asignatura para enriquecer los ejercicios de las clases prácticas.
- Resolver en futuros trabajos otros ejercicios que aborden los temas que no fueron tocados.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] T. d. I. C. D. Domínguez, "Modelo para el trabajo metodológico del proceso docente educativo en los niveles de carrera, disciplina y año académico en la Educación Superior," 1998.
- [2] P. Horruitinier, "La universidad cubana: el modelo de formación," ed: Félix Varela, 2006.
- [3] Añorga, "Glosario de Educación de Avanzada," 1994.
- [4] J. Fiallo, "Proyecto curricular de la educación cubana," *Instituto del MININT*, Material electrónico 1996.
- [5] J. T. Santome, "Contenidos interdisciplinarios y relevantes," 2014.
- [6] M. C. Moraes, "Interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la educación," in *Seminario Internacional Desafíos Éticos en un Mundo Complejo*, 2013.
- [7] M. Tamayo y Tamayo, *Diccionario de la investigación científica*, 2004.
- [8] L. Laudan, *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia* 2005.
- [9] E. Agazzi, "El desafío de la interdisciplinariedad: dificultades y logros," ed, 2001.
- [10] Kuhn, "The Road since structure," Chicago, 2000.
- [11] Y. L. Abdelkrim Hasni, "La interdisciplinariedad: por un matrimonio abierto de la razón, de la mano y del corazón," 2004.
- [12] C. P. V. J. Sixto Gonzales Villora, Pedro Gil Madrona, "Propuesta didáctica interdisciplinar en educación primaria en España: la enseñanza de la educación física y el inglés," *Paradigma* vol.34 no.2 Maracay dic. 2013 2013.
- [13] E. Cano. La evaluación por competencias en la educación superior. Profesorado [Online]. Available: <http://www.ugr.es/~recfpro/rev123COL1.pdf>
- [14] J. M. Cerón, "Esto que llamamos universidad," *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 2006.
- [15] C. d. autores, *Por que es importante la interdisciplinariedad* vol. Nro 8, 2007.
- [16] M. d. E. Superior, "Documento base para la Elaboración de los Planes de Estudio (Plan D), Formación de Profesionales," ed, Septiembre 2003.